



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS REFRIGERADOS Y CONGELADOS CON DESTINO A UN SUPERMERCADO

MEMORIA PRESENTADA POR:

LUIS MIGUEL BERNAL EYERS

TUTOR:

JORGE LUIS PEIDRO BARRACHINA

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA CON INTENSIFICACIÓN EN
INGENIERÍA DE PROYECTOS



DOCUMENTOS

1. MEMORIA

2. CÁLCULOS

3. PLANOS

4. PRESUPUESTO

5. BIBLIOGRAFÍA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS REFRIGERADOS Y CONGELADOS CON DESTINO A UN SUPERMERCADO

MEMORIA PRESENTADA POR:

LUIS MIGUEL BERNAL EYERS

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA CON INTENSIFICACIÓN EN
INGENIERÍA DE PROYECTOS

DOCUMENTO Nº1 MEMORIA



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVO DE PROYECTO	4
3. ANTECEDENTES	4
4. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL	5
5. NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE	5
6. NECESIDADES FRIGORÍFICAS Y POTENCIA INSTALADA	6
7. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	7
7.1. CARACTERÍSTICAS DE FLUIDO UTILIZADO.....	7
7.1.1. Toxicidad y almacenamiento	7
7.1.2. Componentes.....	7
7.1.3. Propiedades físicas	8
7.1.4. Diagrama de mollier	8
7.2. PARCELACIÓN	9
7.3. MATERIALES	9
8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	9
8.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	9
8.1.1. Componentes de la instalación.....	10
8.2. PROCESO DE ENFRIAMIENTO Y BASES DE DISEÑO	10
8.2.1. Ciclo de compresión de vapor ideal y ciclo de compresión de vapor real	11
8.2.2. Recalentamiento y subenfriamiento	12
8.3. MOBILIARIO FRIGORÍFICO.....	13
8.3.1. Clasificación del mobiliario frigorífico.....	13
8.3.2. Funcionamiento de los muebles	15
8.3.3. Datos técnicos.....	16
8.3.4. Muebles frigoríficos seleccionados	16
8.4. CÁMARA FRIGORÍFICA	17
8.4.1. Condiciones generales	17
8.4.2. Cámaras del proyecto	17
8.4.3. Construcción	17
8.4.4. Materiales aislantes.....	17
8.4.5. Aislante utilizado	18



8.4.6.	Espesor del aislamiento	18
8.4.7.	Aislamiento de suelos	19
8.4.8.	Puertas	19
8.4.9.	Sumidero de suelo	19
8.4.10.	Desagüe de evaporadores	20
8.4.11.	Sistemas de seguridad	20
8.4.12.	Iluminación	20
8.5.	SALA DE MÁQUINAS	20
8.5.1.	Dimensiones y accesibilidad	21
8.5.2.	Puertas y paredes	21
8.5.3.	Ventilación	21
8.6.	APARATOS DEL SISTEMA FRIGORÍFICO	22
8.6.1.	EVAPORADORES	22
8.6.1.1.	Introducción	22
8.6.1.2.	Transmisión de calor	22
8.6.1.3.	Salto térmico	23
8.6.1.4.	Evaporadores cúbicos	23
8.6.2.	SISTEMAS DE DESECARCHE	24
8.6.3.	EVAPORADORES SELECCIONADOS	24
8.6.4.	CONDENSADORES	25
8.6.4.1.	Introducción	25
8.6.4.2.	Transferencia de calor en el condensador	25
8.6.4.3.	Ubicación de los condensadores	25
8.6.4.4.	Condensadores axiales	26
8.6.4.5.	Condensadores seleccionados	27
8.6.5.	COMPRESORES	28
8.6.5.1.	Introducción	28
8.6.5.2.	Compresores alternativos	28
8.6.5.3.	Lubricación de compresores	29
8.6.6.	CENTRALES FRIGORÍFICAS	30
8.6.6.1.	Introducción	30
8.6.6.2.	Elementos de la central frigorífica	32
8.6.6.3.	Regulación y control automático	32
8.6.6.4.	Equipamiento de las centrales frigoríficas	34
8.6.6.5.	Centrales frigoríficas a instalar	35



8.6.7.	RECIPIENTES DE LÍQUIDO	36
8.6.7.1.	Funciones	36
8.6.7.2.	Visores de líquido.....	36
8.6.7.3.	Válvula de seguridad	37
8.6.7.4.	Presiones.....	37
8.6.7.5.	Recipientes de líquido seleccionados.....	37
8.6.8.	TUBERIAS FRIGORÍFICAS.....	38
8.6.8.1.	Trazado de tuberías.....	38
8.6.8.2.	Recorrido de las tuberías	39
8.6.8.3.	Pérdidas de carga.....	39
8.6.8.4.	Aislamiento	41
8.7.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	41
9.	MANTENIMIENTO Y PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD.....	41
10.	CARGA DE REFRIGERANTE.....	42
10.1.	CARGA DE REFRIGERANTE EN LAS DISTINTAS CÁMARAS	43



1. INTRODUCCIÓN

La empresa promotora que desarrolla una actividad determinada en la marina baixa estaría interesada en realizar la instalación frigorífica en el supermercado Consum S.L. que se va a construir en La Nucía. El presente proyecto justifica y describe que dicha instalación cumple con lo indicado en la reglamentación técnica específica.

2. OBJETIVO DE PROYECTO

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño de una instalación frigorífica para la conservación de alimentos refrigerados y congelados para la cadena Consum S.L. que se construirá en La Nucía.

Las etapas de desarrollo del proyecto serán:

- Cálculo de las cargas térmicas de muebles y cámaras frigoríficas
- Selección del refrigerante más adecuado
- Selección del equipo más adecuado
- Calculo de la red de tuberías frigoríficas
- Planos de la instalación
- Presupuesto de la instalación

3. ANTECEDENTES

Debido al incremento de la población de La Nucía, se ha decidido construir un supermercado para cubrir esta necesidad.

La empresa Consum S.L. está en pleno crecimiento y ha decidido invertir en la construcción de dicho supermercado.

Será necesaria la elaboración de un proyecto de la instalación frigorífica dado la potencia necesaria a instalar para proceder con la ejecución de la instalación frigorífica.

4. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL

El supermercado está situado en Avenida de Pego, 108, 03530 La Nucía, Alicante haciendo esquina con la Partida Foia Blanca.

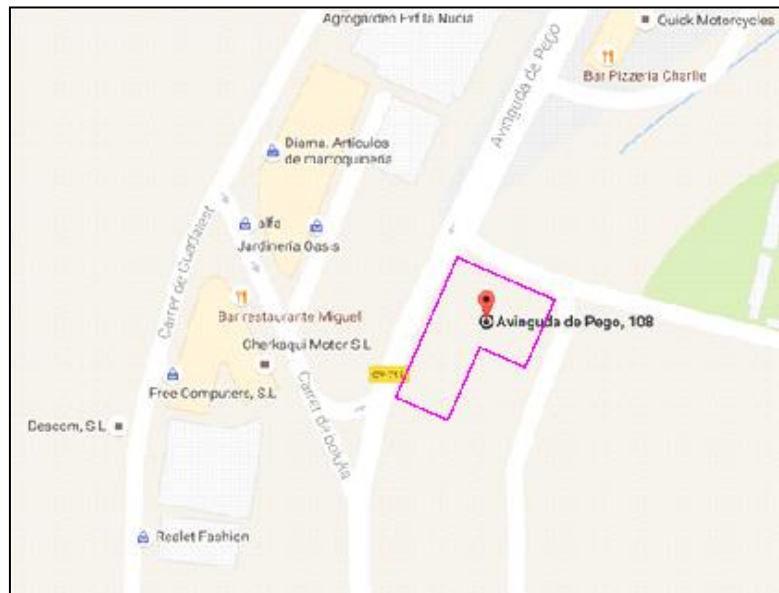


Ilustración 1 Situación.

La edificación tiene tres plantas, la sala de ventas, el almacén de seco y refrigerados están situados en la primera planta, en la segunda planta está situado el comedor de personal y la cafetería donde también hay una cámara de refrigeración en la cocina y por último en la tercera planta se ubicará la sala de máquinas para las centrales de compresores (12 m por encima de la primera planta de la edificación) y encima de este los condensadores.

5. NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE

- Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-EN 12735-1 Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para aire acondicionado y refrigeración.
- Reglamento (CE) Nº842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero.
- Norma básica NBE-CT-79 sobre Condiciones Térmicas en los edificios.
- Real Decreto 1027/2007 de 20 julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y sus modificaciones posteriores, R.D. 238/2013 versión consolidada
- Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y ACS (IT.IC).
- Reglamento de aparatos a Presión (Real decreto 2060/2008) de 12 de Diciembre.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instalaciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002)



6. NECESIDADES FRIGORÍFICAS Y POTENCIA INSTALADA

En la siguiente tabla se muestra las necesidades frigoríficas del supermercado tanto de cámaras como de mobiliario frigorífico:

	Carga térmica (Kca/día)	Potencia necesaria (W)
Cámara Cocina	178125,84	3298,63
Cámara Pan Congelado	133651,56	2784,41
Cámara Panadería	116510,77	2157,61
Cámara Lacteos	164269,68	3042,03
Cámara Congelados	211944,20	4415,50
Cámara Pescados	163174,06	3021,74
Cámara Frutas y Verduras	472824,18	8756,00
Cámara Embutidos	133609,04	2474,24
Cámara Carnicos	152456,41	2823,27
Mural Carnicos	145508,4	2694,60
	145508,4	2694,60
Vitrina Carnicos	32659,2	604,80
	43448,4	804,60
Mural Carnicos	145508,4	2694,60
	145508,4	2694,60
Vitrina Charcuteria	54237,6	1004,40
	54237,6	1004,40
Mural Verduras	72900	1350,00
	145508,4	2694,60
	145508,4	2694,60
Mural Lacteos	72900	1350,00
	145508,4	2694,60
	145508,4	2694,60
Isla Congelados	30862,944	571,54
	30862,944	571,54
	30862,944	571,54
	30862,944	571,54
	61410,96	1137,24
	61410,96	1137,24
	61410,96	1137,24
TOTAL	3590111,36	67283,53

Tabla 1 Necesidades frigoríficas y potencia instalada .

Se puede observar que la cámara de frutas y verduras tiene la mayor carga térmica esto es debido a que se trata de materias vivas, durante su almacenamiento están sujetas a cambios, por la respiración, por lo que desprenden calor en forma de energía.



7. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

7.1. CARACTERÍSTICAS DE FLUIDO UTILIZADO

El refrigerante que se va a utilizar es el R404A, actualmente el más utilizado para esta aplicación.

El R404A es una mezcla ternaria compuesta por R125, R143A y R134A. Sus características termodinámicas lo constituyen como el sustituto ideal del R502 para el sector de la refrigeración en nuevas instalaciones para bajas y medias temperaturas. El R404A se caracteriza por su notable estabilidad química y de un bajo deslizamiento de temperatura (Glide), de 0.7°C. su clasificación es A1 grupo L1.

Su principal aplicación son las instalaciones nuevas para bajas y medias temperaturas.

El nivel real de las prestaciones del R404a varía en función de la naturaleza del material empleado, el tipo de ciclo y las condiciones exteriores. El rendimiento es parecido e incluso superior al R502 y R22 (actualmente en desuso) en material optimizado.

7.1.1. Toxicidad y almacenamiento

El R404A es muy poco tóxico incluso con exposiciones prolongadas de tiempo. El AEL (Allowable Exposure Limit) es de 1000ppm (8 horas, TWA). Los envases del R404A deben almacenarse en lugares frescos y ventilados lejos de fuentes de calor. Los vapores, en caso de fuga tienden a acumularse a nivel del suelo.

7.1.2. Componentes

Nombre químico	% en peso	Nº . CE
1,1,1,2- Tetrafluoroetano (R-134a)	4	212-377-0
Pentafluoroetano (R-125)	44	206-557-8
1,1,1-Trifluoroetano (R-143a)	52	206-996-5

Tabla 2 Componentes R404A.



7.1.3. Propiedades físicas

PROPIEDADES FISICAS		R-404 A
Peso molecular	(g/mol)	97.61
Temperatura ebullición a (1,013 bar)	(°C)	-46.45
Deslizamiento temperatura de ebullición (a 1,013 bar)	(K)	0.7
Temperatura crítica	(°C)	72.07
Presión crítica	(bar abs)	37.31
Densidad crítica	(Kg/m ³)	484
Densidad del líquido (25°C)	(Kg/m ³)	1048
Densidad del líquido (-25°C)	(Kg/m ³)	1236
Densidad del vapor saturado (a 1,013 bar)	(Kg/m ³)	5.41
Presión del vapor (25°C)	(bar abs)	12.42
Presión del vapor (-25°C)	(bar abs)	2.49
Calor latente de vaporización (a 1,013 bar)	(KJ/Kg)	200
Calor específico del líquido (25°C) (1,013 bar)	(KJ/Kg.K)	1.64
Calor específico del vapor (25°C) (1,013 bar)	(KJ/Kg.K)	0.88
Conductibilidad térmica del líquido (25°C)	(W/mk)	0.064
Conductibilidad térmica del vapor (1,013 bar)	(W/mk)	0.0143
Solubilidad con el agua (25°C)	(ppm)	Despreciable
Límite de inflamabilidad (25°C)	(% vol)	Ninguno
Toxicidad (AEL)	(ppm)	1000
ODP	-	0
PCA (GWP)	-	3922

Tabla 3 Propiedades físicas R404A.

7.1.4. Diagrama de mollier

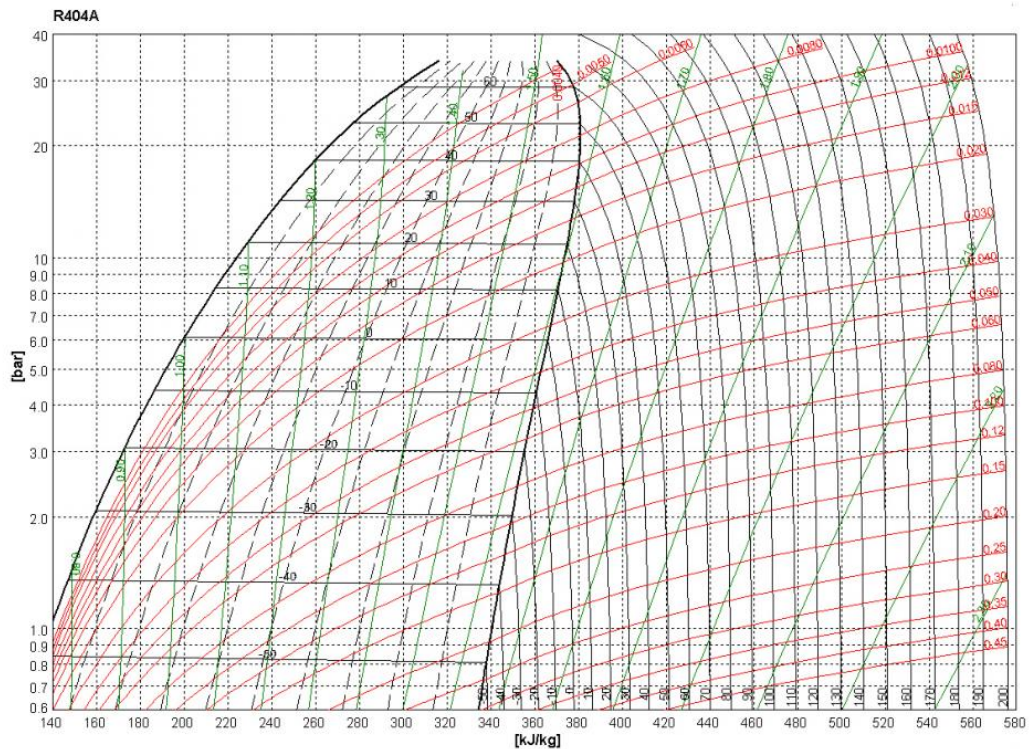


Ilustración 2 Diagrama de Mollier R404A.



7.2. PARCELACIÓN

El terreno donde se desarrolla el proyecto se encuentra situado según el plan General de Ordenación Urbana de La Nucía en suelo Urbanizable.

La parcela objeto de este proyecto tiene una topografía a desnivel con ligeras pendientes. La naturaleza de la parcela tiene una vegetación escasa, dejando a la vista el basamento rocoso que las sustentan.

En cuanto a la localización de la parcela objeto está limitada al Sur y Este por la zona verde y al Norte y Oeste por los viales Foia Blanca y Avenida de Pego.

La superficie del terreno donde se desarrolla el proyecto es de 3200 m².

7.3. MATERIALES

Todos los materiales que estén en contacto con el refrigerante deberán tener garantizada su compatibilidad mediante pruebas prácticas o por una larga experiencia con el mismo.

De acuerdo con la Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de mayo de 1997, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión, los materiales utilizados en estos equipos deberán ser alguno de los siguientes:

- a) Materiales que cumplan con normas armonizadas.
- b) Materiales respaldados por un organismo europeo certificador de materiales.
- c) Materiales que posean una calificación específica.

8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

8.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La instalación frigorífica funciona mediante un ciclo de compresión y un sistema de expansión directa de una sola etapa.

Está compuesta por dos circuitos de frío independientes para satisfacer los dos niveles de frío:

- Refrigeración: 0-4°C (Temperatura de evaporación -5.6°C)
- Congelación: -20°C (Temperatura de evaporación -25.6°C)

En cada circuito de frío hay 4 componentes básicos para el correcto funcionamiento de la instalación y estos son las válvulas de expansión, los evaporadores, los condensadores y las centrales de compresores

En cada punto de frío podemos encontrar aparte del evaporador en la línea de líquido una válvula de bola, un filtro deshidratador, una válvula solenoide y una válvula de expansión, así como sensores para que la temperatura este constantemente controlada.



En los planos se puede observar todos los puntos de frío de la instalación que puede constar de una cámara de refrigerados, una cámara de congelados y mobiliario frigorífico.

Todos los puntos de frío de temperatura positiva están abastecidos por una central de compresores y los de temperatura negativa por otra central de compresores.

Cada central dispone de varios compresores en paralelo entre sí, así como un sistema de lubricado de los mismos y un sistema de control de temperatura y presiones.

Otra parte muy importante de la instalación son los condensadores, los cuales irán ubicados en la azotea, encima de la sala de máquinas, se encargarán de disipar todo el calor absorbido por el refrigerante en los diferentes puntos de frío y en los compresores.

Otro equipo no tan importante como los descritos hasta ahora son los recipientes de líquido que tendrán la capacidad para recoger todo el refrigerante de la instalación en su interior así como asegurar una adecuada alimentación de líquido a los puntos de frío.

La instalación estará conectada entre sí mediante tubería de cobre estirada en frío y utilizando la soportación adecuada donde la tubería de aspiración estará aislada mediante una coquilla aislante para evitar las condensaciones.

8.1.1. Componentes de la instalación

Básicamente los componentes más importantes de nuestra instalación son los siguientes:

- Válvulas termostáticas.
- Evaporadores.
- Compresores.
- Condensadores.

A lo largo del desarrollo del proyecto se irán nombrando otros muchos elementos menos importantes que estos pero igual de necesarios.

8.2. PROCESO DE ENFRIAMIENTO Y BASES DE DISEÑO

El método de producción utilizado en esta instalación está basado en los cambios de estado del refrigerante en un circuito cerrado. La temperatura necesaria para realizar este cambio de estado del refrigerante, dependerá de la presión a la que se encuentre el fluido en las condiciones de operación, es decir, a baja presión la temperatura es baja y si eleva la presión, la temperatura aumenta.

El motivo de aprovechar los cambios de estado es porque el calor latente es mayor que el calor sensible, con la consiguiente disminución de la cantidad de fluido refrigerante y la capacidad de los equipos frigoríficos.

El proceso de enfriamiento de este sistema describe un ciclo teórico que podemos resumir de la siguiente manera:



- Se comprime el refrigerante en estado gaseoso mediante un compresor, de modo que se eleva la presión y temperatura del gas.
- Se hace circular el refrigerante en estado gaseoso a través de un condensador, en el que se condensa el refrigerante a presión constante, cediendo calor al medio exterior.
- El líquido refrigerante se hace pasar a través de una válvula de expansión donde pierde presión y temperatura.
- El refrigerante con baja presión y baja temperatura pasa a través de un evaporador en el que, el refrigerante se evapora, absorbiendo calor de la cámara frigorífica y logrando así el efecto frigorífico deseado.
- Finalmente el gas retorna por la línea de aspiración hacia el compresor para reiniciar el ciclo.

8.2.1. Ciclo de compresión de vapor ideal y ciclo de compresión de vapor real

Un ciclo real de refrigeración por compresión de vapor presenta algunas diferencias de uno ideal, principalmente, debido a las irreversibilidades que ocurren en varios componentes. Las dos principales irreversibilidades son la fricción del fluido y la transferencia de calor.

En el ciclo ideal, el refrigerante sale del evaporador y entra al compresor como vapor saturado. Sin embargo, en la práctica, no es posible controlar el estado del refrigerante con tanta precisión. Por lo tanto, se diseña el sistema para que el refrigerante se sobrecaliente en la entrada del compresor. Este sobrecalentamiento asegura que el refrigerante se evapore por completo a la entrada del compresor. También la línea que conecta al evaporador con el compresor es muy larga por lo que la caída de presión debida a la fricción del fluido y a la transferencia de calor pueden ser muy importantes.

El proceso de compresión en el ciclo ideal es internamente reversible y adiabático. Sin embargo, el proceso de compresión real incluirá efectos de fricción, los cuales incrementan la entropía y la transferencia de calor.

En el caso ideal, el refrigerante sale del condensador como líquido saturado a la presión de salida del compresor. En realidad, es inevitable tener cierta caída de presión en el condensador, así como en las líneas que lo conectan.

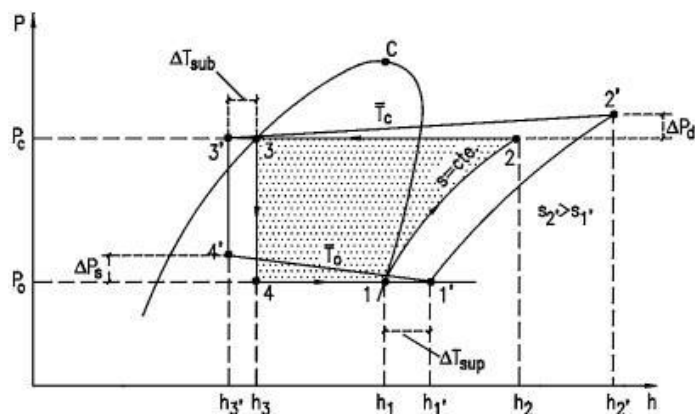


Ilustración 3 Variación respecto al ciclo teórico.



8.2.2. Recalentamiento y subenfriamiento

El sobrecalentamiento y el subenfriamiento son dos procesos importantes en un sistema de refrigeración vapor-compresión, se utiliza para garantizar el máximo rendimiento (COP) y son herramientas técnicas de las que dispone el mecánico tanto para diagnosticar problemas o para verificar la eficiencia de un equipo frigorífico.

Subenfriamiento

El subenfriamiento es la diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura a la entrada de la válvula termostática.

Provoca una disminución de la temperatura a la entrada de la válvula termostática, lo que hace que, al expandirse el refrigerante, la cantidad que se evapora disminuya por lo que puede absorber mayor cantidad de calor latente.

Ventajas del subenfriamiento:

- Aumenta el rendimiento (COP)
- Previene la formación de flash gas a la entrada de la válvula termostática proveyendo refrigerante en estado 100% líquido a la entrada

El subenfriamiento es una herramienta muy eficaz para diagnosticar un equipo frigorífico. Un valor incorrecto de subenfriamiento puede ser indicativo de sobrecarga o poca carga de refrigerante, restricción en la línea de líquido, o flujo de aire insuficiente a través del condensador.

Recalentamiento

El recalentamiento es la diferencia de temperatura del refrigerante a la salida del evaporador y la temperatura de evaporación, o también, la cantidad de calor que aportamos al refrigerante después de haberse evaporado, por lo que el recalentamiento supone un aporte de calor sensible al refrigerante y por consiguiente un aumento de temperatura.

Ventajas del recalentamiento:

- Aumento de la capacidad frigorífica, si se produce en el interior del evaporador.
- Impide la entrada de líquido al compresor, que puede originar graves fallos en su funcionamiento al intentar comprimirlo.

Inconvenientes del recalentamiento:

- Disminución de la densidad de gas de aspiración, la cantidad de gas que circula será menor y por lo tanto disminuye la capacidad frigorífica.
- Aumento de la temperatura al final de la compresión, lo cual puede provocar un deterioro del aceite lubricante.

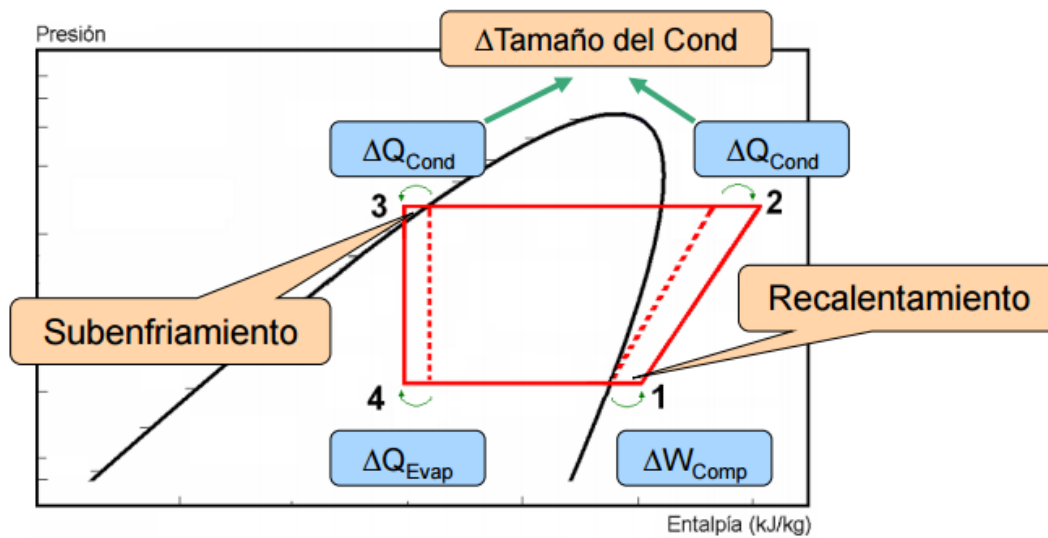


Ilustración 4 Recalentamiento y Subenfriamiento.

8.3. MOBILIARIO FRIGORÍFICO

8.3.1. Clasificación del mobiliario frigorífico

Los muebles frigoríficos son muebles que se destinan a mantener productos de alimentación para la venta de los mismos básicamente hay dos tipos de muebles frigoríficos comerciales:

- Mueble Frigorífico Comercial (RDC): Es un mueble refrigerado mediante un sistema de refrigeración que permite el mantenimiento, dentro de unos límites de temperatura prescritos, de los diferentes productos refrigerados o congelados que se coloquen en su interior.
- Mueble Frigorífico Comercial Remoto (RRDC): Es un mueble refrigerado pero que está conectado a una unidad condensadora remota, por lo que el mueble no dispone de compresores ni condensadores.

En el mercado, según las necesidades tenemos básicamente tres tipos de mobiliario, tipo mural, tipo vitrina y tipo isla.

En casi todos los catálogos de los fabricantes de mobiliario frigorífico para alimentación suelen denotar y clasificar cada mueble según una clase de temperatura y una clase climática

Los muebles para su clasificación se verifican en laboratorio llenándolos con paquetes con tamaños normalizados y varias sondas colocadas estratégicamente, estas pruebas se realizan en condiciones determinadas y normalizadas denominadas "clases climáticas" y los resultados para la clasificación del mueble darán como resultado la colocación del mueble en una "clase de temperatura".

Por tanto las clases climáticas son temperaturas ambientales en las que se ha comprobado que el mueble frigorífico funciona correctamente.



	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Clase climática 0	20	50
Clase climática 1	16	80
Clase climática 2	22	65
Clase climática 3	25	60
Clase climática 4	30	55
Clase climática 5	27	70
Clase climática 6	40	40
Clase climática 7	35	75
Clase climática 8	23.9	55

Ilustración 5 Clases climáticas.

Lo más habitual para el caso de muebles de supermercados que las condiciones de estudio de clase climática sean Clase 3, 25°C y 60% de humedad relativa.

Basándonos en los paquetes de prueba, las clases de temperatura de los muebles con unas condiciones ambientales de clase climática determinada se clasifican de la siguiente manera:

	Temperatura más alta del paquete más caliente °C	Temperatura más baja del paquete más frío °C	Temperatura más baja del paquete más caliente °C
Clase de temperatura L1	-15°C	--	-18°C
Clase de temperatura L2	-12°C	--	-18°C
Clase de temperatura L3	-12°C	--	-15°C
Clase de temperatura M0	-1°C	+4°C	--
Clase de temperatura M1	-1°C	+5°C	--
Clase de temperatura M2	-1°C	+7°C	--
Clase de temperatura H1	+1°C	+10°C	--
Clase de temperatura H2	-1°C	+10°C	--
Clase de temperatura S	Aplicaciones especiales		

Ilustración 6 Clases de temperatura.

Las clases más habituales de temperatura para supermercados son las L1, M0, M1, M2, H2.

8.3.2. Funcionamiento de los muebles

En esta instalación ya que se trata una instalación con un número grande de puntos de frío se instarán mobiliarios frigoríficos remotos. El mobiliario de temperatura negativa irán conectados a una central de compresores y su correspondiente condensador y el mobiliario de temperatura positiva irán conectados a otra central de compresores con su correspondiente condensador.

Estos muebles solo disponen básicamente de un evaporador, una válvula de expansión, una válvula solenoide y sus respectivos aparatos de control y regulación, el refrigerante según las necesidades del mueble el refrigerante pasa de alta presión a baja y evapora en el evaporador robando calor al aire que circula por el mueble que pasa a través del mismo.

El aire transcurre por el interior del mueble saliendo por la parte trasera en pequeñas cantidades hacia los productos y creando una cortina de aire entre el mueble y el ambiente, a su vez, esta cortina de aire se divide en pequeñas cortinas de aire paralelas, por el interior la velocidad es mayor para que el intercambio de calor con los productos sea grande y por el exterior la velocidad del aire es menor para que el intercambio de calor con el ambiente sea pequeño.



Ilustración 7 Mueble frigorífico tipo Mural (GranVista).



Ilustración 8 Mueble frigorífico tipo Vitrina (Rossini).



Ilustración 9 Mueble frigorífico tipo Isla (Tortuga).

8.3.3. Datos técnicos

Son facilitados por el fabricante del mobiliario frigorífico para poder hacer el cálculo de la instalación, en este caso el fabricante es COSTAN.

8.3.4. Muebles frigoríficos seleccionados

	Denominación	Temperatura Conservación (°C)	Humedad Relativa (%)	DT (°C)	Temperatura Evaporación (°C)	Modelo	Longitud (m)	Potencia Frigorífica (W)
Mural Carnicos	MC1	0	90	5,6	-5,6	GranVista 22 Narrow	3750	2694,60
	MC2	0	90	5,6	-5,6	GranVista 22 Narrow	3750	2694,60
Vitrina Carnicos	VC1	0	90	5,6	-5,6	Rossini RC RCB	1875	604,80
	VC2	0	90	5,6	-5,6	Rossini RC RCB	2500	804,60
Mural Carnicos	ME1	2	80	7,7	-5,7	GranVista 22 Narrow	3750	2694,60
	ME2	2	80	7,7	-5,7	GranVista 22 Narrow	3750	2694,60
Vitrina Charcuteria	VE1	2	80	7,7	-5,7	Rossini RC RCB	3125	1004,40
	VE2	2	80	7,7	-5,7	Rossini RC RCB	3125	1004,40
Mural Verduras	MV1	5	95	5	0	GranVista 22 Narrow	1875	1350,00
	MV2	5	95	5	0	GranVista 22 Narrow	3750	2694,60
	MV3	5	95	5	0	GranVista 22 Narrow	3750	2694,60
Mural Lacteos	ML1	5	75	9	-4	GranVista 22 Narrow	1875	1350,00
	ML2	5	75	9	-4	GranVista 22 Narrow	3750	2694,60
	ML3	5	75	9	-4	GranVista 22 Narrow	3750	2694,60
Isla Congelados	IC1	-20	90	5,6	-25,6	Tortuga 1800 MT - LG300	1730	571,54
	IC2	-20	90	5,6	-25,6	Tortuga 1800 MT - LG300	1730	571,54
	IC3	-20	90	5,6	-25,6	Tortuga 1800 MT - LG300	1730	571,54
	IC4	-20	90	5,6	-25,6	Tortuga 1800 MT - LG300	1730	571,54
	IL1	-20	90	5,6	-25,6	Tortuga 1800 LG300	2500	1137,24
	IL2	-20	90	5,6	-25,6	Tortuga 1800 LG300	2500	1137,24
	IL3	-20	90	5,6	-25,6	Tortuga 1800 LG300	2500	1137,24
	IL4	-20	90	5,6	-25,6	Tortuga 1800 LG300	2500	1137,24

Tabla 4 Muebles frigoríficos seleccionados



8.4. CÁMARA FRIGORÍFICA

8.4.1. Condiciones generales

Las cámaras estarán diseñadas para mantener en condiciones adecuadas el producto que contienen desde el punto de vista higiénico sanitario. La propia cámara deberá preservar el deterioro que pudiera producirse debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la misma, garantizar la seguridad de las personas ante desprendimientos bruscos de las paredes, techos y puertas por la influencia de las sobrepresiones y depresiones.

8.4.2. Cámaras del proyecto

En nuestra instalación solo se procede a la conservación de productos perecederos en cámaras de conservación (0 a +5°C) y cámaras de congelados (-20 a -25°C).

Este supermercado dispondrá de las siguientes cámaras:

Servicio	Tª Regulación	Tª Diseño	Volumen (m3)
Cámara Cocina	0/+2°C	0	69,94
Cámara Congelado Panadería	-18/-22°C	-20	31,19
Cámara Panadería	0/+2°C	0	40,48
Cámara Lacteos	+3/+6°C	5	110,53
Cámara Congelados General	-18/-22°C	-20	66,83
Cámara Pescados	0/+2°C	0	69,72
Cámara Frutas y Verduras	0/+2°C	0	83,18
Cámara Embutidos	0/+2°C	2	57,66
Cámara Cárnicos	0/+2°C	0	57,66

Tabla 5 Cámaras del proyecto.

8.4.3. Construcción

La construcción de las cámaras frigoríficas la estructura de soportación del aislamiento y los elementos que constituyen el propio aislamiento, deberán resistir como mínimo depresiones y sobrepresiones de 300 Pa sin que se produzcan deformaciones permanentes. En techos autoportantes no se instalará ningún sobrepeso sin una justificación técnica de la idoneidad de la estructura de soportación.

8.4.4. Materiales aislantes

Es fundamental seleccionar correctamente el aislamiento térmico en la construcción de una cámara frigorífica. Eligiendo un aislamiento térmico adecuado conllevará una reducción de la energía consumida por lo que la instalación será más eficiente y los costes en la factura energética se verán reducidos.

En la siguiente imagen podemos ver las equivalencias entre los diferentes materiales de aislamiento térmico.

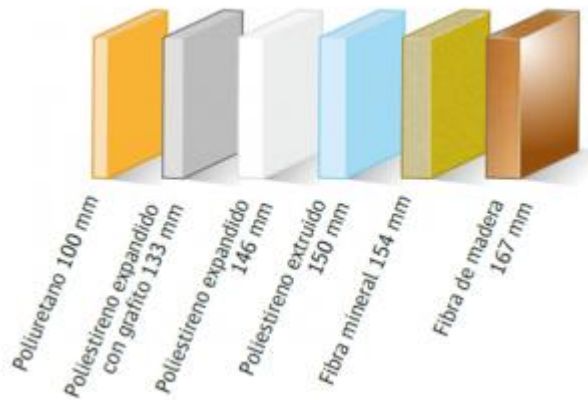


Ilustración 10 Equivalencias aislamientos térmicos.

Se puede observar que el panel sándwich de poliuretano, constituye el mejor aislamiento térmico en comparación con los que podemos encontrar en el mercado.

Con el elevado precio del coste del m² de almacenamiento es importante que nuestro aislamiento tenga el menor espesor posible ya que esto influye en la capacidad de almacenamiento.

8.4.5. Aislante utilizado

El aislamiento que se va a utilizar es poliuretano expandido, para paredes, ya que, constituye el mejor aislamiento térmico por su capacidad baja conductividad térmica con espesores pequeños.

Además el poliuretano tiene oros beneficios:

- Mayor durabilidad, evita infiltración de agua y aire.
- Difícil de deteriorar por aplastamiento.
- Ligereza, lo que le da al panel sándwich de poliuretano, facilidad logística y de instalación
- El proceso de fabricación del panel de poliuretano inyectado, le confiere adherencia a las paredes, esto afecta en la durabilidad, la inercia, la autoportancia y la estabilidad del panel sándwich.

8.4.6. Espesor del aislamiento

El aislamiento se ha seleccionado y dimensionado para optimizar los costes de inversión y funcionamiento, minimizando el impacto ambiental. Para garantizar la minimización del impacto ambiental, la densidad de flujo térmico será inferior a 8 W/m² para puntos de frío positivos y de 6 W/m² para puntos de frío con temperatura negativa pero siempre teniendo en cuenta que los costes de inversión no sean excesivos.

Los espesores habituales de aislante en cámaras frigoríficas son los siguientes:

- Cámaras a 12 °C: 60 mm
- Cámaras de conservación a 0 °C: 100 mm
- Cámaras de congelación a -20 °C: 150 mm
- Túneles de congelación a -30 °C: 200mm

8.4.7. Aislamiento de suelos

Las cámaras dispondrán de una barrera antivapor construida sobre la cara caliente del aislante utilizado, poliestireno en planchas, excepto en el suelo en las cámaras de conservación de productos de temperatura positiva donde no sea requerido aislamiento.

En las cámaras con temperaturas negativas los suelos estarán dotados de las medidas necesarias para evitar las deformaciones del solado a causa de la congelación del terreno y para evitar condensaciones en el mismo.

8.4.8. Puertas

Las puertas isotermales llevarán dispositivos que permitan su apertura manual desde dentro sin necesidad de llave.

Cuando la temperatura sea menor a -5°C las puertas incorporarán dispositivos de calentamiento, los cuales se pondrán en marcha siempre que funcione la cámara correspondiente por debajo de dicha temperatura.

El aislamiento de la puerta se seleccionará en coherencia con el aislamiento de las paredes. Su resistencia térmica será de al menos el 70% del valor de la resistencia térmica de la pared.

En el mercado se disponen de diferentes tipos de puertas según el uso o necesidades específicas de cada cámara frigorífica.



Ilustración 11 Tipos de puertas frigoríficas.

8.4.9. Sumidero de suelo

Todas las cámaras frigoríficas dispondrán de desagüe en el suelo para cuando sea necesaria la limpieza de las cámaras, estarán provistos de dispositivos adecuados que eviten el retroceso de materias orgánicas y de olores. En cámaras de temperatura negativa estos sumideros estarán dotados de resistencias de calentamiento para evitar su congelación.

El suelo dispondrá de la inclinación necesaria hacia los sumideros y los desagües desembocarán directamente en la red municipal de evacuación de aguas residuales.



8.4.10. Desagüe de evaporadores

Para el correcto drenaje del agua procedente del desescarche de la batería del evaporador se realizará con la pendiente necesaria para tal efecto y saliendo del recinto con el tramo más corto posible, además se realizará un sifón justo a la salida de la cámara frigorífica para evitar malos olores.

Para los evaporadores de temperatura negativa se instalará una batería de resistencias completa, que además de tener una potencia suficiente para la batería del evaporador incluirá unas resistencias en la bandeja de desagüe y se introducirá una resistencia de calentamiento por el tubo de desagüe para evitar el bloqueo del mismo.

8.4.11. Sistemas de seguridad

Las cámaras frigoríficas que funcionen con temperatura negativa se dispondrá, junto a cada una de las puertas, un hacha tipo bombero con mango de tipo sanitario y longitud mínima de 800mm así como un una sirena autorrecargable.

8.4.12. Iluminación

Tanto los espacios que contengan componentes frigoríficos con altas temperaturas como los espacios que contengan componentes frigoríficos con bajas temperaturas dispondrán de un alumbrado permanente que proporcione una iluminación adecuada para un servicio seguro.

8.5. SALA DE MÁQUINAS

Se ha proyectado una sala de máquinas específica para instalar partes del sistema de refrigeración, especialmente las centrales de compresores con sus componentes más directos.

Se aplicarán los principios siguientes:

- La sala de máquinas servirá para alojar exclusivamente los componentes de la instalación frigorífica y demás equipos técnicos auxiliares.
- Se evitará que las emisiones del gas refrigerante que pudiera proceder de la sala de máquinas pueda evitar en los recintos próximos o canalizaciones de desagüe.
- En caso de peligro se podrá abandonar la sala de máquinas de forma inmediata, por lo que los pasillos estarán despejados de cualquier elemento que impida la libre circulación del personal.
- Fuera de la sala de máquinas y cerca de la puerta de entrada se instalará un interruptor de emergencia que permita parar el sistema de refrigeración.
- Se instalará un sistema de ventilación natural.
- Toda la red de tuberías y conductos que pasen a través de paredes, techos y suelos de la sala de máquinas estará debidamente sellada.
- En cualquier caso se satisfará las prescripciones emanadas de la normativa vigente sobre protección contra incendio.



8.5.1. Dimensiones y accesibilidad

Las dimensiones de la sala de máquinas de acuerdo con los criterios específicos deberá permitir la instalación de los componentes en condiciones favorables, para asegurar el funcionamiento, mantenimiento y desmontaje de los mismos.

En caso que fuese necesario se instalarán pasarelas y escaleras para el montaje, funcionamiento y mantenimiento, de forma que se evite andar sobre las tuberías, conexiones y otros componentes.

8.5.2. Puertas y paredes

En la sala de máquinas las puertas abrirán hacia afuera, en un número o tamaño suficiente para asegurar, en caso de emergencia, una evacuación rápida de la misma.

Las puertas no tendrán aberturas que permitan el paso accidental de refrigerante, se cerrarán solas, de forma automática ya que tienen un acceso directo al edificio y deberán fabricarse con un sistema antipánico.

8.5.3. Ventilación

La sala de máquinas se aireará mediante ventilación natural, a través de ventanas, dicha ventilación será suficiente tanto para condiciones de funcionamiento como en caso de emergencia.

Su capacidad se determinará de la siguiente manera:

La superficie total de abertura libre para la ventilación natural de la sala de máquinas será de al menos:

$$A = 0.14 \times m^{1/2}$$

Donde:

-A es el área de abertura libre, en metros cuadrados

-m es la carga de refrigerante (del sistema de mayor carga), en kilogramos

Las aberturas garantizarán en la sala de máquinas el suministro de aire de renovación exterior así como la buena distribución del mismo, de forma que no existan zonas muertas.

8.6. APARATOS DEL SISTEMA FRIGORÍFICO

8.6.1. EVAPORADORES

8.6.1.1. Introducción

El evaporador es el intercambiador de calor donde se produce la transferencia de energía térmica desde el interior de las cámaras frigoríficas hacia el fluido refrigerante que circula por el interior de la batería del evaporador, en nuestro caso R404A.

Definiendo el evaporador de una manera generalizada, podríamos decir que el evaporador es un intercambiador de calor, en el cual se produce la ebullición del fluido frigorígeno, pasando de estado líquido a estado gaseoso. Para realizar esta transformación se necesita energía calorífica. Esta energía o calor, lo toma del medio donde se encuentra, produciendo una disminución de la temperatura ambiente, por consiguiente producción de frío.

Así pues, el evaporador es un intercambiador de calor que, en función de la capacidad requerida, necesitará una determinada superficie de intercambio, utilizando unos determinados valores de coeficientes de transmisión de calor. El evaporador es el elemento que produce finalmente la temperatura necesaria para la conservación de los productos, mediante el cambio de estado en su interior de un determinado fluido frigorígeno, a una presión y temperatura dada.

8.6.1.2. Transmisión de calor

El evaporador dispone de unos ventiladores (convección forzada), que hacen fluir el aire de la cámara frigorífica a través de un serpentín de tubo descubierto por donde fluye el refrigerante a baja presión y baja temperatura gracias a la válvula de expansión colocada justo antes de la entrada de gas refrigerante en el evaporador.

Al serpentín se le colocan unas placas metálicas o aletas que sirven para así conseguir aumentar el área superficial externa del intercambiador de calor, mejorando por tanto la eficiencia.

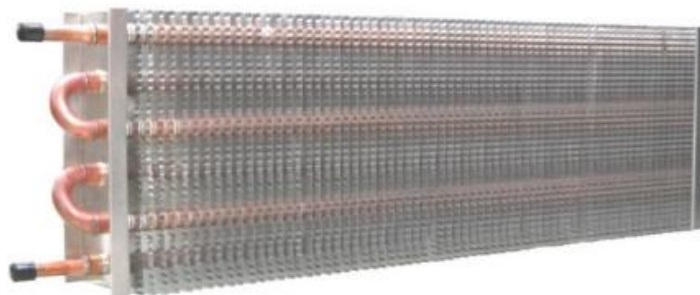


Ilustración 12 Aleteado en el evaporador.

El tamaño y espaciado de las aletas depende de la aplicación para el cual este diseñado y de la temperatura de operación del serpentín, a menor temperatura, mayor espaciado entre las aletas y así evitar la escarcha, que puede obstruir parcial o totalmente la circulación del aire, disminuyendo el rendimiento del evaporador.

8.6.1.3. Salto térmico

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta en la selección o cálculo del evaporador para un adecuado funcionamiento, es el salto térmico, definido como la diferencia entre la temperatura deseada de refrigeración en la cámara y la temperatura de vaporización del refrigerante.

Este valor está íntimamente relacionado con la humedad relativa, que es muy importante mantener dentro de unos límites para cada aplicación. A menor salto térmico mayor será la humedad relativa de la cámara, y viceversa, según vemos en el siguiente gráfico.

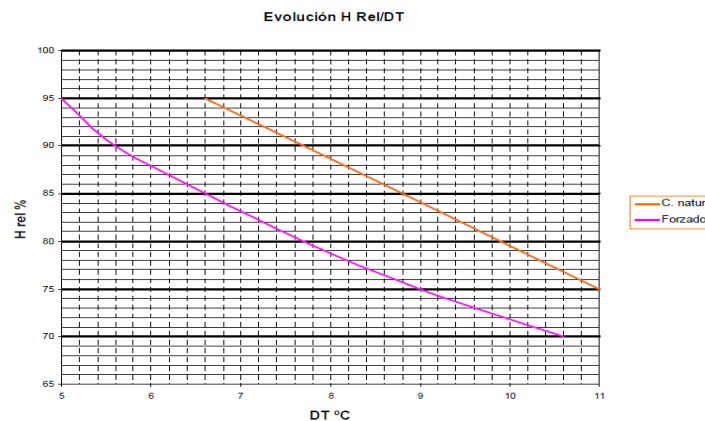


Ilustración 13 Evolución de la Humedad Relativa respecto al DT.

8.6.1.4. Evaporadores cúbicos

Se trata de un evaporador de expansión seca, la alimentación del refrigerante se realiza mediante un sistema de expansión, de forma que el líquido se evapora totalmente a lo largo del evaporador. El refrigerante entra en la proporción estrictamente necesaria para formar un vapor saturado seco, que proporcionara un buen funcionamiento en el compresor.



Ilustración 14 Evaporador cúbico.

8.6.2. SISTEMAS DE DESECARCHE

El proceso de desescarche empieza cuando se da la orden de cerrar la válvula solenoide evitando la producción de frío en el evaporador y simultáneamente comienza la aportación de calor mediante resistencias eléctricas. Una vez el evaporador aumenta su temperatura por encima de los 0°C el hielo acumulado en el evaporador se funde y la temperatura del evaporador aumenta hasta dar por finalizado el desescarche y se vuelve a dar la orden de abrir la válvula solenoide e introducir frío en el evaporador

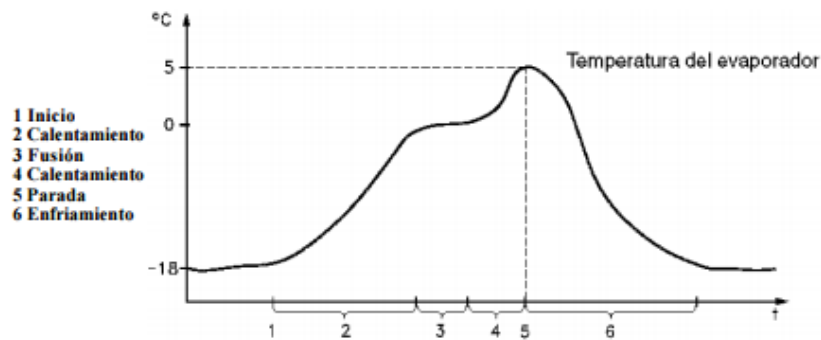


Ilustración 15 Cdo del desescarche.

Es importante indicar que si los ventiladores continúan en funcionamiento durante los tiempos de corte por termostato, se produce un desescarche por aire de forma que reduce el hielo acumulado en el evaporador y además aporta frío a la cámara.

8.6.3. EVAPORADORES SELECCIONADOS

Los evaporadores seleccionados para esta instalación son los que se indican en la siguiente tabla.

	Denominación	Temperatura Conservación (°C)	Humedad Relativa (%)	DT (°C)	Temperatura Evaporación (°C)	Modelo	Potencia Frigorífica (KW)
C.Cocina	CCO	0	80	6,6	-6,6	FRIMETAL ECM 200-E	3,38
C.Pan.Cong.	CPC	-20	95	9	-29	FRIMETAL ECB 275-E	3,64
C.Panadería	CP	0	85	5,6	-5,6	FRIMETAL ECM 150-E	2,61
C.Lacteos	CL	5	75	9	-4	FRIMETAL ECM 200-E	3,38
C.Congelados	CCON	-20	90	5,6	-25,6	FRIMETAL ECB 320-E	4,44
C.Pescados	CP	0	95	5	-5	FRIMETAL ECM 200-E	3,38
C.Frutas	CF	0	90	5,6	-5,6	FRIMETAL ECM 530-E	10,45
C.Embutidos	CE	2	80	7	-5	FRIMETAL ECM 150-E	2,61
C.Carnicos	CC	0	90	5,6	-5,6	FRIMETAL ECM 200-E	3,38

Tabla 6 Evaporadores seleccionados.



8.6.4. CONDENSADORES

8.6.4.1. Introducción

Para completar un ciclo de refrigeración es preciso que el calor que se absorbe en el evaporador y el calor equivalente al trabajo de compresión sean extraídos y disipados. Para ello la instalación debe disponer de un aparato que realice dicha función, denominado condensador o disipador de calor.

La finalidad del condensador consiste en el traspaso del flujo calorífico del fluido frigorígeno al medio exterior. El fluido frigorígeno entra, recorre y abandona el condensador, a la entrada del condensador tendremos vapores comprimidos a la presión de condensación y a la salida tendremos líquido a la presión de condensación.

El condensador tiene tres zonas de funcionamiento que son:

- Zona de enfriamiento (desobrecalentamiento)
- Zona de condensación (paso de vapor a líquido)
- Zona de subenfriamiento

La forma en que en mayor proporción se lleve a cabo esta disipación del calor, determina el tipo de condensador. Así pues, puede hablarse de transferencia de calor sensible y/o transferencia de calor latente. Los medios de que se dispone frecuentemente para realizarse dicha transferencia de calor son el aire y el agua.

8.6.4.2. Transferencia de calor en el condensador

Cuando el refrigerante sale del compresor a alta presión y alta temperatura, el punto de mayor cantidad de calor de la instalación, por la línea de descarga, es desde el inicio donde empieza la transferencia de calor por convección natural.

Cuando el refrigerante llega al condensador el refrigerante cede el calor al serpentín y este a las aletas del condensador por conducción y comienza a perder el calor latente (cambio de fase) por convección forzada gracias a los ventiladores que dispone el condensador, donde pasa a fase líquida y se dirige hacia el recipiente de líquido.

8.6.4.3. Ubicación de los condensadores

Es muy importante cuando se vaya a realizar la instalación de los condensadores (refrigerados por aire) determinar el lugar donde los ubicaremos. Este deberá prever la cantidad de aire ambiente fresco al condensador y disipar el aire caliente del área de los condensadores, por lo que si no es así tendremos valores más altos de presión lo que provocará un mal funcionamiento y fallos en la potencia del equipo.

También se tendrá en cuenta ubicarlos lejos de áreas sensibles al ruido y que además dispongan de la soportación adecuada para evitar la transmisión del ruido y vibraciones al edificio.

Se instalarán de tal forma que la distancia de una pared u obstrucción no impida el adecuado flujo de aire y acceso a todos los lados del mismo así como la distancia mínima entre el condensador de alta temperatura y baja temperatura será de 1.20 m.

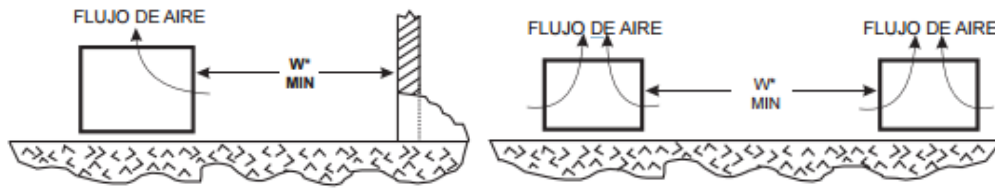


Ilustración 16 Ubicación de los condensadores

En nuestro caso estará ubicado encima de la sala de máquinas, en la azotea, por lo que tendrá buena alimentación de aire fresco y estará por encima del recipiente de líquido para favorecer que el líquido fluya hacia el recipiente de líquido.

8.6.4.4. Condensadores axiales

Los condensadores axiales son condensadores refrigerados por aire, el calor específico del aire seco o con ciertos valores de humedad relativa, que se encuentra disponible para enfriar el refrigerante, es relativamente bajo. Este aspecto añadido a que el coeficiente de transmisión térmica entre el aire y el refrigerante procedente del compresor es también pequeño, hace que los caudales de aire que hay que mover para producir la condensación a una determinada temperatura sean importantes.

No obstante, y debido a la escasez cada vez mayor de agua, así como su precio, han proliferado las máquinas frigoríficas que utilizan el aire en la condensación.



Ilustración 17 Condensador axial horizontal

El aire se hace circular de manera forzada, canalizándolo a través del conjunto de tubos aleteados mediante ventiladores axiales.

Tienen un gran caudal de aire, por lo que la superficie de intercambio puede ser más pequeña y son ideales para trabajar en cubiertas como es nuestro caso

8.6.4.5. Condensadores seleccionados

Se instalará 2 condensadores axiales que irán situados en la azotea, uno para temperatura positiva y otro para temperatura negativa, los condensadores seleccionados son los siguientes:

CONDENSADOR	POSITIVA	NEGATIVA
Marca	Frimetal	Frimetal
Modelo	CBS-195 H Δ	CBS-51 H Δ
Capacidad de aplicación (KW)	83,6	29,2
Caudal de aire (m ³ /h)	36750	18000
Nivel sonoro (dB)	43	45
Ventiladores 400V/3/50 Hz	5x800	2x630
Superficie (m ²)	924	118
Volumen interno (dm ³)	91,3	17,4
Peso (Kg)	783	176

Tabla 7 Condensadores seleccionados.

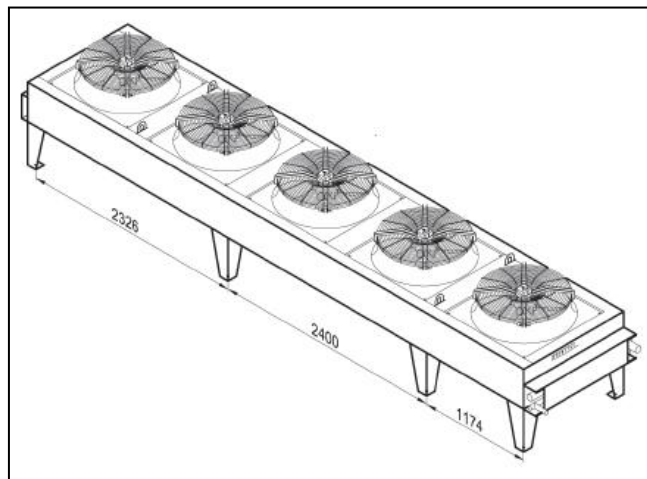


Ilustración 18 Frimetal CBS-195 H Δ.

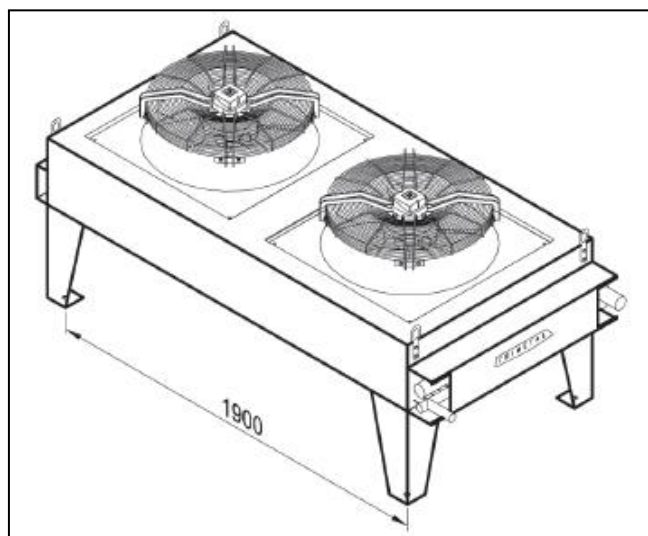


Ilustración 19 Frimetal CBS-51 H Δ.



8.6.5. COMPRESORES

8.6.5.1. Introducción

Cuando el líquido refrigerante se ha transformado en vapor debido a la absorción de calor en los evaporadores, es necesario tomar estos gases y llevarlos a una presión elevada para poder licuarlos y así realizar de nuevo el ciclo frigorífico. El elemento encargado de elevar la presión de los vapores es el compresor.

El compresor fuerza mecánicamente la circulación del refrigerante en un circuito cerrado creando zonas de alta y baja presión, con el propósito de que el refrigerante absorba calor en un lugar y lo disipe en otro.

En el mercado existen muchos tipos de compresores con una variación de aplicaciones elevada, todo esto está en función de las necesidades de desplazamiento volumétrico (necesidades frigoríficas) y características constructivas de los mismos.

A la hora de elegir un compresor, se tiene que tener en cuenta muchos factores, de los cuales se pueden destacar los siguientes:

- Dimensionado y peso.
- Vibraciones e inercia de piezas móviles.
- Duración desde el punto de vista mecánico.
- Regulación en el suministro del caudal.
- Existencia o no de válvulas.
- Condiciones de mezcla aceite-refrigerante.
- Características caudal-presión.
- Relación de compresión.

8.6.5.2. Compresores alternativos

Los compresores alternativos son compresores de tipo volumétrico ya que al reducir el volumen en el interior se realiza la compresión del gas refrigerante. También se conoce como compresor de desplazamiento positivo. Se asemejan a los motores de combustión interna alternativos pero en sentido inverso, ya que en este caso el cigüeñal es accionado por un motor eléctrico, por lo que transforma un movimiento circular del eje en un movimiento alternativo de los pistones gracias a una excéntrica.

La disposición de los cilindros del compresor alternativo, al igual que en el caso de los motores de combustión, pueden encontrarse en línea, en V, en W, etc.

Las válvulas del compresor alternativo se abren y se cierran únicamente por el efecto de la presión del cilindro, estas válvulas solo pueden abrirse en una dirección, la válvula de admisión se abre en dirección al punto muerto interior del cilindro y la válvula de descarga se abrirá en dirección opuesta.

En función de las características constructivas, el compresor de nuestra instalación, se trata de un compresor semi-hermético, se utiliza para grandes potencias, la carcasa no está completamente soldada sino que la estanqueidad se realiza mediante tornillos y juntas, por lo que el mantenimiento del compresor será más económico que la restitución.



Ilustración 20 Compresor semi-hermético alternativo.

A pesar de tener como inconveniente las pérdidas a la transformación del movimiento, con las consiguientes limitaciones de velocidad, las máquinas alternativas, principalmente las polidráulicas, han alcanzado gran implantación. Puede decirse que resultan insustituibles en instalaciones de mediana y elevada potencia, debido a su gran flexibilidad y precio acomodado.

8.6.5.3. Lubricación de compresores

En los compresores alternativos semiherméticos la lubricación ya que se trata de un compresor de un tamaño considerable suele ser realizada por una bomba para que el aceite acuda de manera eficiente a todos los elementos que están sujetos a fricción, cojinetes, bielas, pistones, etc. Además el aceite lubricante también circula por los devanados del motor eléctrico.

Hay que evitar que el aceite mezclado con el fluido frigorígeno, procedente de la impulsión del compresor sea arrastrado al resto de la instalación. Para ello se dispone de un elemento denominado separador de aceite, ya que con el aceite mezclado con el refrigerante, disminuye el coeficiente de intercambio de calor con el condensador en primera instancia y con el evaporador después.

Esta separación suele producirse debido a la velocidad de la mezcla de aceite-gas, separándolos por decantación o gravedad, cayendo el aceite al fondo y regresando de nuevo al cárter del compresor para así entrar en un filtro antes de pasar de nuevo por la bomba.

El lubricante idóneo sabiendo que nuestra instalación trabaja con R404A es el aceite polioléster (POE).



Ilustración 21 Aceite lubricante de poliéster.

Han sido considerados como la segunda generación de lubricantes y tienen algunas ventajas frente a los PAG:

- Mucha menor higroscopicidad.
- No formarán peróxidos ni acidez por exposición accidental al aire.
- Son totalmente miscibles con los aceites minerales.
- Son compatibles con los residuos clorados de refrigerante que encontramos ocasionalmente en compresores semi-herméticos.

8.6.6. CENTRALES FRIGORÍFICAS

8.6.6.1. Introducción

Una central frigorífica, es una bancada metálica sobre la que se ubican los elementos necesarios para la generación de frío. Puede estar compuesta desde dos a varios compresores que comparten el colector de aspiración y el de descarga, así como el sistema de suministro de lubricante.

Los compresores más habituales en las centrales frigoríficas con refrigerantes fluorados suelen ser como hemos descrito anteriormente los semi-herméticos alternativos.

Como en nuestra instalación disponemos de varios puntos de frío y disponemos de una sala de máquinas donde cabe la posibilidad de centralizar todos los componentes de la producción frigorífica, la central frigorífica es la mejor solución.



Ilustración 22 Central frigorífica

Las ventajas de una instalación centralizada son las siguientes:

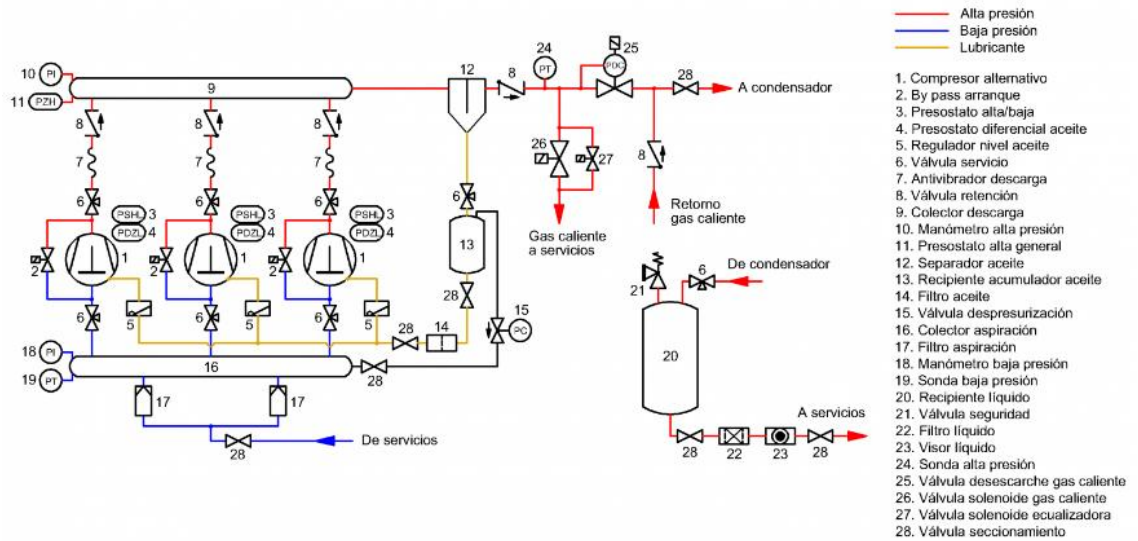
- Posibilidad de **control global** de la instalación, mediante equipos electrónicos y una red de comunicaciones (telegestión).
- Posibilidad de **ahorro energético** ya que se puede disponer de condensación y evaporación flotante, variadores de velocidad, etc.
- Mayor **facilidad en el mantenimiento**, todos los componentes de la producción frigorífica se encuentran ubicados en la sala de máquinas.
- **Ahorro económico**, podemos reducir el número de compresores ya que se emplea parcialización y escalonamiento de potencias, no necesitamos un compresor para cada cámara. Además la instalación centralizada dispone de elementos comunes, como el condensador o el recipiente de líquido
- **Menor potencia a instalar**, ya que se le puede aplicar un factor de simultaneidad a la instalación.

Los inconvenientes de una instalación centralizada son los siguientes:

- El personal de montaje y mantenimiento deben tener **mayor cualificación**, ya que una instalación centralizada es compleja técnicamente.
- En caso de fuga de refrigerante podríamos llegar a **perder todo el refrigerante** de la instalación por lo que la reparación puede ser más costosa.



8.6.6.2. Elementos de la central frigorífica



Los compresores estarán conectados en paralelo, compartiendo el colector de aspiración y descarga. También compartirán el sistema de alimentación de aceite de los compresores, el cual se recuperará mediante el **separador de aceite (12)**, almacenándose en el **depósito de aceite (13)**, finalmente se inyecta en el cárter de los compresores, como se ha comentado anteriormente, mediante un **regulador de nivel de aceite (5)**. En el caso que el regulador sea mecánico, la válvula de flotador, no admite en su entrada a alta presión, por lo que es necesario instalar una **válvula de despresurización (15)**.

En el esquema aparece el **recipiente de líquido (20)** el cuál no estará situado en la bancada, si no, que ira separado de esta y estará conectado después del condensador, situado en la azotea, que será remoto y a la línea de líquido que distribuirá el recipiente a los servicios de frío.

En los sectores de alta y baja presión se conectan **manómetros (10 y 18)**, **presostato de seguridad (11)**, **sensores de presión (19 y 24)** para el control automático de la central frigorífica.

8.6.6.3. Regulación y control automático

Los aparatos de control automático, son dispositivos que constituyen uno de los factores de más importancia en toda la instalación frigorífica automática, ya que de su preciso y exacto funcionamiento depende el funcionamiento de la instalación.

Los dos elementos que en general son necesarios para obtener dicho automatismo del sistema son: la válvula de expansión, que regula el paso del refrigerante líquido al evaporador, y el control, que, o bien por temperatura o presión, actúa en combinación con aquella para conectar y desconectar el motor que acciona el compresor.

Válvulas de expansión

Es el dispositivo que se utiliza para regular la entrada en el evaporador del refrigerante en su estado líquido procedente del recipiente de líquido a través de la correspondiente tubería llamada línea de líquido. De esta forma, el evaporador se alimenta con el refrigerante necesario de una manera continua y uniforme, que permite mantenerlo en su completa actividad durante todo el ciclo de funcionamiento, a la presión de evaporación del refrigerante correspondiente a la temperatura deseada

Controles

El otro mecanismo para accionar el mecanismo de parada y puesta en marcha del compresor de una instalación frigorífica es el control y básicamente tenemos dos tipos de controles:

- Presostato o control de presión, funcionando sobre el lado de baja presión del sistema. Es el sistema más corrientemente usado, tanto en instalaciones individuales como en las múltiples de dos o más evaporadores, con objeto de mantener la temperatura corriente en la cámara, instalación frigorífica, etc.
- El termostato o control de temperatura que actúa por la presión creada en el bulbo y elemento termostático en virtud de los cambios de temperatura del refrigerante líquido empleado en dicho elemento

Cabe indicar que la regulación y control de una instalación con servicios múltiples es mucho más compleja, y para un correcto funcionamiento de toda la instalación se deberán emplear muchos más elementos de los descritos hasta ahora como pueden ser los siguientes:

- Válvulas reguladores de temperatura
- Válvulas de presión constante
- Válvulas solenoides
- Válvulas de retención
- Reguladores de arranque
- Válvulas reguladoras de capacidad
- Presostato diferencial de aceite
- Cambiadores de temperatura
- Relojes de desescarche
- Control de fin de desescarche



Ilustración 23 Elementos de control y regulación.



8.6.6.4. Equipamiento de las centrales frigoríficas

Chasis

- Robusta bancada metálica, tratada contra la corrosión y pintada con pintura especial resistente al aceite éster.
- Amortiguadores antivibratorios y accesorios de montaje.

Tubería y colectores

- Tubería en acero inoxidable de gran limpieza interior y resistencia a todo tipo de corrosión.
- Colectores de aspiración, descarga y aceite en acero inoxidable de gran limpieza interior y resistencia a la corrosión.
- Colector de aspiración de gran diámetro con alto poder de separación de líquido.
- Abrazaderas de sujeción en polipropileno de gran poder absorbente de vibraciones y aislamiento acústico y térmico.
- Elevado número de tomas de presión con llave de cierre en colectores.

Compresores

- Compresores semi-herméticos a pistón marcas Bitzer con válvulas de servicio en aspiración y descarga.
- Resistencia de cárter.
- Dispositivo electrónico de control de suministro de aceite INT 265 (en compresores Octagon C4 con comba centrífuga) o Presostato diferencial de aceite electrónico Delta-P (en compresores con bomba mecánica de engranajes).

Panel de control

- Panel de sujeción en acero inoxidable de gran resistencia a la corrosión y belleza estética.
- Conexiones flexibles de acero inoxidable trenzado y tubería interior en teflón G2.
- Presostato alta/baja de doble contacto por compresor.
- Presostato alta general.
- Manómetros de alta y baja de \varnothing 100 mm con glicerina.
- Sonda de alta (4-20 mA).
- Sonda de baja (4-20 mA).

Sistema de aceite

- Separador de aceite de alta eficiencia.
- Acumulador de aceite despresurizado.
- Colector de aceite y conexiones flexibles en inoxidable.
- Filtro aceite.
- Niveles de aceite con llave de paso.
- Retención general de descarga.



Sistema líquido

- Recipiente de líquido vertical con visores incorporados y toma para control de nivel mínimo de líquido.
- Filtro de líquido recargable + visor + válvula de líquido.

Sistema aspiración

- Colector de aspiración completamente aislado.
- Filtros de aspiración recargables con cartucho de fieltro para la puesta en marcha.
- 1 Válvula de aspiración.

8.6.6.5. Centrales frigoríficas a instalar

Las centrales frigoríficas que irán colocadas en la sala de máquinas son las indicadas a continuación.

CENTRAL FRIGORÍFICA		POSITIVA	NEGATIVA
Marca		Bitzer	Bitzer
Modelo central		CMC-4-72	CBC-3-52
Nº Compresores		4	3
Modelo Compresor		4DC-7,2Y	4DC-5.2Y
CV		7,5	5,5
Volumen barrido unitario (m ³ /h)		26,84	26,84
Volumen barrido total (m ³ /h)		107,36	80,52
Tensión unitaria	V 50 Hz	Δ/Y 220...240 Δ 380...420 Y / 3 / 50 Hz	Δ/Y 220...240 Δ 380...420 Y / 3 / 50 Hz
	A	27,5/15,9	23,4/13,5
Dimensiones (mm)	A	2600	2100
	B	900	900
	C	1675	1300
Peso (Kg)		740	565
Nivel sonoro (dBA)		50	50,8
Rendimiento frigorífico (KW)	T.evap= -5/-25°C	58,43	16,65
	T.cond= 45°C		

Tabla 8 Centrales frigoríficas a instalar.

8.6.7. RECIPIENTES DE LÍQUIDO

Las condiciones de marcha en una instalación frigorífica se hallan sujetas a factores que a menudo son imprevisibles, por lo que haría falta tener que intervenir constantemente en la regulación de la válvula de expansión. Para evitar este inconveniente, debe necesariamente instalarse un recipiente de líquido entre el condensador y el evaporador para así tener una reserva de refrigerante.



Ilustración 24 Recipiente de líquido

Esta acumulación de líquido se constituye en el interior de un recipiente en el que puede depositarse el líquido formado por el condensador.

Estos recipientes de líquido pueden ser horizontales o verticales.

8.6.7.1. Funciones

Los depósitos de líquido aseguran la compensación de las variaciones de volumen del gas refrigerante en las instalaciones de refrigeración y de acondicionamiento de aire.

Estas variaciones de volumen son debidas a las variaciones generadas por las diferencias de temperatura de funcionamiento en diferentes estaciones y a las secuencias de apertura y cierre de las válvulas de expansión que llenan o no los evaporadores de su gas refrigerante

Los depósitos de líquido permiten igualmente almacenar el gas refrigerante de la instalación, para las operaciones de mantenimiento o reparación.

8.6.7.2. Visores de líquido

Los visores de líquido en el recipiente de líquido son una serie de visores que se utilizan como indicadores de nivel, están constituidos por una pantalla de vidrio circular donde dentro se ubica una bola de plástico la cual flota en el refrigerante por lo que si la bola se sitúa en la parte superior de esta el refrigerante está por encima de ese visor y si la bolita está por debajo el nivel de refrigerante estará por debajo de ese visor.



8.6.7.3. Válvula de seguridad

La válvula de seguridad es el dispositivo más empleado para el alivio de presión, también se le conoce como válvula de alivio, válvula de alivio de seguridad, válvula de alivio de presión y válvula de seguridad de presión.

Se puede definir como un dispositivo que automáticamente sin otra asistencia de energía que la del propio fluido implicado, descarga fluido para evitar que se exceda una presión predeterminada y que está diseñada para que vuelva a cerrar y se evite el flujo adicional de fluido después de haberse restablecido las condiciones normales de presión.

Los recipientes que puedan contener refrigerante líquido en condiciones normales de funcionamiento y puedan ser independizados de otras partes del sistema de refrigeración, excepto aquellos cuyo diámetro interior sea inferior a 152 mm, deberán estar protegidos mediante un dispositivo de alivio de acuerdo con el apartado 3.3.4.1 de IF-08 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.

8.6.7.4. Presiones

Las válvulas de seguridad, destinadas a la protección contra sobrepresiones de cualquier componente de la instalación frigorífica, no podrá tararse a la presión superior a la máxima admisible declarada para el componente protegido.

El fabricante suministrará estas válvulas tardas, precintadas y con el correspondiente certificado de tarado.

8.6.7.5. Recipientes de líquido seleccionados

Los recipientes de líquido seleccionados según los cálculos realizados en el *Documento N°2 CALCULOS* de este proyecto son los siguientes:

RECIPIENTE DE LIQUIDO	POSITIVA	NEGATIVA
Marca	TECNAC	TECNAC
Modelo	TRV-180	TRV-60
Pot. Frigorífica -5°C (W)	220000	42000
Pot. Frigorífica -25°C (W)	120000	24000
Diámetro (mm)	406	323
Largo (mm)	1606	885
Nº Visores	5	3

Tabla 9 Recipientes de líquido seleccionados

8.6.8. TUBERIAS FRIGORÍFICAS

Los tubos utilizados para la realización de las tuberías frigoríficas deben ser de tipo sin soldadura fabricados con cobre puro, cuya materia prima debe responder a las siguientes características:

- Contenido de cobre 99.9%
- Contenido en fósforo 0.007%
- Ausencia de óxido de cobre



Ilustración 25 Tubería de cobre frigorífico.

Deberán servirse sin defectos de estiramiento y sin imperfecciones internas o externas.

De acuerdo con el diámetro exterior del tubo, diámetro que condiciona a menudo el tipo de unión, éste se suministra en dos calidades, recocido o endurecido.

Hasta las dimensiones de $\frac{3}{4}$ " los tubos de cobre se fabrican bajo la calidad de recocido, en rollos de 15 o 30 metros, y, en diámetros superiores a $\frac{3}{4}$ " se suministran en tiras rectas endurecidas, estos tubos se sellan por sus extremos de forma que, después de haber sido estufados y desoxidados, se mantengan rigurosamente limpios, sin humedad y exento de toda penetración de aire húmedo hasta el momento de su utilización.

8.6.8.1. Trazado de tuberías

El trazado y soporte de las tuberías tienen un importante efecto en la fiabilidad del funcionamiento y mantenimiento del sistema de refrigeración, por consiguiente deberá tenerse en cuenta la disposición física, en particular, las condiciones de flujo, condensaciones, dilatación térmica, vibraciones y buena accesibilidad.

Las tuberías se soportarán de acuerdo con su tamaño y peso en servicio. La separación máxima entre soportes de las tuberías se muestra en la siguiente tabla:

Diámetro exterior mm (nota)	Separación m
15 a 22 ligera	2
22 a <54 media	3
54 a 67 media	4

Tabla 10 Separación máxima entre soportes para tuberías de cobre



Se deberán tomar precauciones para evitar vibraciones excesivas y se pondrá especial atención en prevenir la transmisión directa de ruidos y vibraciones a través de la estructura de soporte.

Las tuberías estarán diseñadas e instaladas de tal forma que el sistema no sufra daños si se produce un golpe de ariete, se colocarán las válvulas solenoides tan próximas como sea posible a las válvulas de expansión.

Se dejara un espacio libre alrededor de la tubería para permitir los trabajos rutinarios de mantenimiento de los componentes, verificación de uniones de tuberías y reparación de fugas. Las tuberías que transcurran por el exterior de cerramientos o sala de máquinas estarán protegidas de posibles daños accidentales.

8.6.8.2. Recorrido de las tuberías

Se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- No representará un peligro para las personas, no se obstruirán los pasos libres de las vías de acceso y salidas de emergencia.
- Las uniones y válvulas no serán accesibles al personal no autorizado
- Las tuberías se protegerán contra calentamientos externos mediante una superación adecuada de las fuentes de calor.
- Los recorridos de las tuberías se diseñarán para minimizar la carga de refrigerante y las pérdidas de presión.

Las tuberías con uniones desmontables no estarán situadas en vestíbulos, pasillos, escaleras, entradas, salidas o en cualquier hueco que tengan aperturas no protegidas a estos locales.

Las tuberías que no tengan uniones desmontables y que estén protegidas contra daños accidentales, en vestíbulos, escaleras o pasillos, se instalarán a no menos de 2.2 m por encima del suelo.

8.6.8.3. Pérdidas de carga

La circulación de un fluido en el interior de una tubería da lugar a pérdidas de presión cuyo valor depende de varios factores inherentes del fluido en circulación (velocidad, viscosidad, masa volumétrica, etc.) o bien a las tuberías por donde circula dicho fluido (naturaleza del tubo, rugosidad, cambios de secciones, cambios de dirección, etc.)

Los efectos perjudiciales de las pérdidas de carga se traducen en:

- Reducción de la producción frigorífica
- Aumento de la relación de compresión
- Disminución del efecto frigorífico y del rendimiento global de la máquina
- Posibilidad de funcionamiento defectuoso en los órganos de alimentación de los evaporadores.

Puede decirse que, en general, hay que tener mucho más cuidado en los tramos de aspiración y descarga del compresor que en los tramos de fase líquida.



En la tubería de aspiración, cualquier caída de presión se traducirá en una pérdida de potencia frigorífica, ya que obligará al compresor a trabajar desde una presión de aspiración más baja para obtener una temperatura dada en el evaporador.

Los valores de los diámetros de las tuberías de refrigerante han de ser tales que permitan una velocidad suficiente del vapor para asegurar el retorno de aceite, en las tuberías de tramos verticales principalmente.

En las tuberías de aspiración se dispondrán trampas de aceite, o bien un separador de aceite para impedir que éste, al detenerse, retroceda a los cilindros del compresor.

El valor de las pérdidas de carga toleradas depende de las condiciones de funcionamiento de la instalación en que se encuentra el fluido. Hace falta establecer esta valoración por cada tipo de tubo.

Tubería de líquido

Las pérdidas de carga en las tuberías de líquido no deben sobrepasar de 0.475 bares en total y la velocidad deberá ser menor de 1 m/s

Tubería de descarga

Normalmente, las pérdidas de carga de estas tuberías no deben exceder de 0.147 bares, salvo si deben utilizarse velocidades del gas más elevadas para arrastrar el aceite en el interior de los tubos y evitar así la decantación. Este es el caso de los tubos de descarga verticales, en lo que el aceite decantado correría el riesgo de caer por gravedad en la culata del compresor.

Por lo que la velocidad deberá estar comprendida entre 2.5-14 m/s en los tramos horizontales y mayor de 5 m/s en los tramos verticales para asegurar la circulación del aceite.

Tuberías de aspiración

Estas tuberías son las que deben presentar las pérdidas de carga más bajas, como hemos comentado anteriormente, la pérdida de presión en la tubería de aspiración se traducirá en una pérdida de potencia frigorífica por lo que en ningún caso deberá exceder de 0.147 bar y en cuanto a la velocidad deberá estar comprendida entre 2.5-14 m/s en los tramos horizontales y mayor de 5 m/s en los tramos verticales, para asegurar la circulación del aceite.



8.6.8.4. Aislamiento

El aislamiento térmico de los circuitos de baja temperatura en una instalación frigorífica juega un papel muy importante en cuanto al rendimiento (consumo energético), hermeticidad, funcionamiento y conservación del sistema. A tal efecto los recipientes, intercambiadores o tuberías y accesorios que trabajen a temperaturas relativamente bajas ($t < 15^{\circ}\text{C}$) estarán protegidos mediante aislamiento térmico.

El espesor del aislante se determinará teniendo en cuenta los siguientes apartados:

- La temperatura y humedad relativa (punto de rocío) del aire ambiente.
- La diferencia de temperatura entre la superficie fría y la normal del aire ambiente.
- La conductividad térmica del material aislante seleccionado.
- La forma y características del componente a aislar.

El aislante cumplirá los siguientes requisitos:

- Tener un coeficiente de conductividad bajo.
- Tener unos factores de resistencia a la absorción y difusión del vapor de agua altos.
- Tener buena resistencia a la inflamabilidad, descomposición y al envejecimiento.
- Tener buena resistencia mecánica.
- No emitir olores ni ser agresivo con los elementos del entorno.
- Mantener sus propiedades a temperaturas entre -70 y 120°C .
- No producir gases tóxicos en caso de combustión de la misma.
- Cuando el aislamiento vaya instalado a la intemperie, tendrá una buena resistencia a la misma o estará debidamente protegido

8.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica de las cámaras frigoríficas se ajustará a lo indicado en la MI-IF-012 y en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, sobre todo en lo referente a los locales con riesgo de incendio o explosión.

Los materiales, y sobre todo los elementos que estén en contacto con las bajas temperaturas, tendrán las características adecuadas a los mismos. Además, será perceptiva la colocación de una luz de emergencia en el interior de la cámara frigorífica y de otra con dispositivo de temporización, no inferior a 5 minutos, que se conectará automáticamente al apagarse la iluminación normal cuando se cierre la puerta de la cámara.

9. MANTENIMIENTO Y PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

De conformidad con lo establecido en el artículo 22 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, el mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones frigoríficas, incluida cualquier reparación, modificación o sustitución de componentes, así como las revisiones periódicas obligatorias, se realizará por una empresa frigorista contratada por el titular de la instalación entre las empresas del nivel requerido para la



categoría de instalación a mantener y que se encuentren inscritas en el registro correspondiente de la comunidad autónoma.

Las operaciones de mantenimiento preventivo o correctivo que requieran la asistencia de personal acreditado de otras profesiones (como soldadores y electricistas) deberán ser realizadas bajo la supervisión de una empresa frigorista.

La manipulación de refrigerante y la prevención y control de fugas de los mismos en las instalaciones frigoríficas se realizará atendiendo a lo establecido en la IF-17, debiéndose subsanar lo antes posible las fugas detectadas.

El sistema de refrigeración deberá ser sometido a una prueba de estanqueidad bien como conjunto o por sectores. La presión de la prueba será la indicada en la tabla 2 de la IF-06 y podrá realizarse antes de salir el equipo de fábrica, si el montaje se realiza en ésta, o bien in situ, si el montaje o la carga de refrigerante se hacen en el lugar de emplazamiento.

Para la prueba de estanqueidad se utilizarán varias técnicas dependiendo de las condiciones de producción, por ejemplo, gas inerte a presión, vacío, gases trazadores, etc. El método será supervisado por el instalador frigorista.

Presión de diseño	$\geq 1,0 \times PS$
Presión de prueba de resistencia	Para los componentes prueba hidráulica con $P_p=1,43 \times PS$ ó pruebas admitidas por UNE EN 378-2. Para los conjuntos según las categorías de tubería (véase 1.3 de MI-IF 09)
Presión de prueba de estanqueidad	$\geq 0,9 PS$ y $\leq 1,0 \times PS$
Ajuste del dispositivo limitador de presión (instalación o sistema con dispositivo de alivio)	$\leq 0,9 \times PS$
Ajuste del dispositivo limitador de presión (instalación o sistema sin dispositivo de alivio)	$\leq 1,0 \times PS$
Ajuste del dispositivo de alivio de presión	$\leq 1,0 \times PS$
Presión máxima de descarga para la capacidad nominal de la válvula de seguridad	$\leq 1,1 \times PS$

Ilustración 26 Relaciones entre diversas presiones y la máxima admisible (PS)

10. CARGA DE REFRIGERANTE.

Para refrigerantes zeotrópicos, la carga se realizará en fase líquida y deberá efectuarse de modo que el fluido se expanda en el dispositivo que incorporan los evaporadores, de esta forma se evitará que pueda llegar líquido a los compresores. Para ello se dispondrá de una toma de carga con válvula y una válvula de cierre aguas arriba de la tubería de alimentación de líquido, que permita independizar el punto de carga del sector de alta.



10.1. CARGA DE REFRIGERANTE EN LAS DISTINTAS CÁMARAS

En cuanto a la carga de refrigerante la instrucción MI IF-004 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas establece un límite de carga específica de refrigerante en cada local donde vaya a haber un evaporador. Este límite para el caso del R404A es de 0.48 kg/m³ de refrigerante.

Para el caso de los muebles frigoríficos no será necesario ya que están ubicados en la sala de ventas por lo que el volumen del mismo es muy grande y tiene buena ventilación

A continuación se muestra cada una de las cargas de refrigerante en las cámaras y su carga específica.

Servicio	Volumen (m ³)	Evaporador	Volumen evaporador (dm ³)	Densidad (Kg/m ³)	Carga total R404A (Kg/m ³)	Carga específica (Kg/m ³)	Carga específica admisible (Kg/m ³)
Cámara Cocina	69,94	FRIMETAL ECM 200-E	4,7	1186,4	5,58	0,08	0,48
Cámara Pan Congelado	31,19	FRIMETAL ECB 275-E	5,5		6,53	0,21	
Cámara Panadería	40,48	FRIMETAL ECM 150-E	2,6		3,08	0,08	
Cámara Lacteos	110,53	FRIMETAL ECM 200-E	4,7		5,58	0,05	
Cámara Congelados	66,82	FRIMETAL ECB 320-E	7,3		8,66	0,13	
Cámara Pescados	69,72	FRIMETAL ECM 200-E	4,7		5,58	0,08	
Cámara Frutas y Verduras	83,18	FRIMETAL ECM 530-E	8,8		10,44	0,13	
Cámara Embutidos	57,66	FRIMETAL ECM 150-E	2,6		3,08	0,05	
Cámara Carnicos	57,66	FRIMETAL ECM 200-E	4,7		5,58	0,10	

Tabla 11 Carga de refrigerante



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS REFRIGERADOS Y CONGELADOS CON DESTINO A UN SUPERMERCADO

MEMORIA PRESENTADA POR:

LUIS MIGUEL BERNAL EYERS

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA CON INTENSIFICACIÓN EN
INGENIERÍA DE PROYECTOS

DOCUMENTO Nº2 CALCULOS



ÍNDICE

1. DATOS DE PARTIDA	4
1.1. MEDIDAS EXTERIORES	4
1.2. DATOS DEL AISLAMIENTO.....	4
1.3. PRODUCTO ALMACENADO	4
1.4. SITUACIÓN DE LA CÁMARA.....	5
2. CALCULO DE CARGAS TEMICAS DE LAS CÁMARAS.....	6
2.1. GANANCIA DE CALOR POR TRANSMISIÓN.....	6
2.2. CARGA DEBIDA AL PRODUCTO.....	7
2.2.1. Carga entrada de producto	7
2.2.2. Calor generado por respiración de frutas y verduras	8
2.3. GANANCIA DE CALOR POR RENOVACIÓN DE AIRE.....	8
2.4. GANANCIA DE CALOR POR CARGAS INTERNAS.....	8
2.4.1. Iluminación.....	9
2.4.2. Ventiladores Evaporadores.....	9
2.4.3. Desescarches	9
2.4.4. Personas trabajando	9
2.4.5. Motores en el interior.....	10
2.4.6. Calor total por cargas internas	10
2.5. CARGA TOTAL DE LA CÁMARA	10
3. CÁLCULO DEL EQUIPO FRIGORÍFICO	10
3.1. EVAPORADOR.....	11
3.2. CONDENSADOR.....	11
3.3. CENTRAL DE COMPRESORES	12
3.4. TRAZADO FRIGORÍFICO.....	13
3.4.1. PERDIDAS DE CARGA Y VELOCIDADES RECOMENDADAS	13
3.4.1.1. Línea de aspiración	13
3.4.1.2. Línea de descarga	14
3.4.1.3. Línea de líquido	14
3.4.2. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL REFRIGERANTE.....	14
3.4.3. CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA	14
3.5. RECIPIENTES DE LÍQUIDO.....	15
4. RESULTADOS	16
<i>Documento N°2 CALCULOS</i>	1



4.1.	DATOS DE PARTIDA	16
4.1.1.	Cámara Cocina.....	16
4.1.2.	Cámara Pan Congelado.....	18
4.1.3.	Cámara Panadería	19
4.1.4.	Cámara Lácteos	20
4.1.5.	Cámara Congelados	21
4.1.6.	Cámara Pescados.....	22
4.1.7.	Cámara Fruta y Verdura.....	23
4.1.8.	Cámara Embutidos	24
4.1.9.	Cámara Cárnicos.....	25
4.2.	CARGAS TÉRMICAS	25
4.2.1.	Cámara Cocina.....	26
4.2.2.	Cámara Pan Congelado.....	28
4.2.3.	Cámara Panadería	30
4.2.4.	Cámara Lácteos	32
4.2.5.	Cámara Congelados	34
4.2.6.	Cámara Pescados.....	36
4.2.7.	Cámara Fruta y Verdura.....	38
4.2.8.	Cámara Embutidos	40
4.2.9.	Cámara Cárnicos.....	42
4.3.	EVAPORADORES	44
4.3.1.	Cámara Cocina.....	44
4.3.2.	Cámara Pan Congelado.....	44
4.3.3.	Cámara Panadería	45
4.3.4.	Cámara Lácteos	45
4.3.5.	Cámara Congelados	45
4.3.6.	Cámara Pescados.....	46
4.3.7.	Cámara Fruta y Verdura.....	46
4.3.8.	Cámara Embutidos	46
4.3.9.	Cámara Cárnicos.....	47
4.4.	CONDENSADORES	48
4.4.1.	Condensador positivo	48
4.4.2.	Condensador negativo.....	48
4.5.	CENTRAL DE COMPRESORES	49



4.5.1.	Central de compresores positiva.....	49
4.5.2.	Central de compresores negativa.....	49
4.6.	DIMENSIONES TUBERÍAS TRAZADO FRIGORÍFICO	50
4.6.1.	Datos de partida	50
4.6.2.	Línea de líquido positiva	50
4.6.3.	Línea de aspiración positiva	51
4.6.4.	Línea de descarga positiva	51
4.6.5.	Línea de líquido negativa	52
4.6.6.	Línea de aspiración negativa.....	52
4.6.7.	Línea de descarga negativa.....	52
4.7.	RECIPIENTE DE LÍQUIDO	53
4.7.1.	VOLUMEN REFRIGERANTE	53
4.7.1.1.	Central Positiva.....	53
4.7.1.2.	Central Negativa	55
4.7.2.	MASA DE REFRIGERANTE	56
4.7.2.1.	Central Positiva.....	56
4.7.2.2.	Central Negativa	56
5.	ANEXOS	57
5.1.	CONDUCTIVIDAD AISLANTES	57
5.2.	CARACTERÍSTICAS ALIMENTOS	57
5.3.	COEFICIENTES DE CAPACIDAD	58
5.4.	COEFICIENTES DE PELÍCULA	59
5.5.	CONDICIONES EXTERIORES	59
5.6.	TEMPERATURAS MAXIMAS.....	60
5.7.	EVOLUCIÓN HUMEDAD RELATIVA / DT	60
5.8.	VALORES SATURADOS R404A	61
5.9.	RENDIMIENTO ISENTRÓPICO / RELACIÓN DE COMPRESIÓN.....	62



1. DATOS DE PARTIDA

1.1. MEDIDAS EXTERIORES

Los espesores habituales de aislante en cámaras frigoríficas son los siguientes:

- Cámara o cuartos fríos a 12°C: 60 mm
- Cámaras de conservación a 0°C: 100 mm
- Cámaras de congelación a -20°C: 150 mm
- Túneles de congelación a -30°C: 200 mm

A falta de otros criterios más precisos adoptaremos:

- Si $T_{alm} \geq 0^\circ\text{C} \rightarrow e_a = 100\text{mm} ; e_s = 120\text{mm}$
- Si $0 < T_{alm} \leq -20^\circ\text{C} \rightarrow e_a = 150\text{mm} ; e_s = 150\text{mm}$
- Si $T_{alm} < -20^\circ\text{C} \rightarrow e_a = 200\text{mm} ; e_s = 200\text{mm}$

Por lo que sabiendo según planos las medidas exteriores del recinto donde irá ubicada la cámara (Largo (a), Ancho (b), Alto (c)) (m) y el espesor del aislamiento en paredes y techos, e_a (mm) y suelos, e_s (mm) según el producto a almacenar podemos calcular el volumen interior de la cámara, V_{int} (m³):

$$V_{int} = (a - 2 \cdot e_a) \cdot (b - 2 \cdot e_a) \cdot (c - e_a - e_s)$$

1.2. DATOS DEL AISLAMIENTO

Paredes y techo:

El aislante que se utilizará es poliuretano expandido, situado entre las chapas de acero galvanizado formando un panel tipo sándwich, es el más utilizado actualmente por su capacidad de aislamiento y facilidad de montaje.

Suelos:

El aislante que se utilizará es poliestireno en planchas por su alta resistencia mecánica y capacidad para absorber impactos.

Sabiendo el aislante a utilizar podemos saber la conductividad en paredes y techo, k_p (W/m²K) y suelo, k_s (W/m²K) *tabla Anexo 5.1. CONDUCTIVIDAD AISLANTES*

1.3. PRODUCTO ALMACENADO

Una vez sabemos el producto que vamos a almacenar podemos conocer los siguientes datos indicados en la *tabla Anexo 5.2. CARACTERÍSTICAS ALIMENTOS*

- Temperatura interior, T_{alm} (°C)
- Humedad relativa, φ (%)
- Calor específico del producto fresco, C_f (Kj/Kg°C)
- Calor específico del producto congelado, C_c (Kj/Kg°C)
- Punto de congelación del producto, t_c (°C)
- Calor latente de congelación del producto, λ (KJ/Kg°C)



- Densidad neta almacenaje, ρ_{carga} (Kg/m³)

Sabiendo el volumen interior de la cámara y utilizando la tabla *Anexo 5.3. COEFICIENTES DE CAPACIDAD* podemos saber:

Coefficiente de capacidad, K

Por lo que ya podemos calcular la capacidad total de la cámara, m_{alm} (Kg):

$$m_{alm} = \rho_{carga} \cdot V_{int} \cdot K$$

A partir de la temperatura interior de la cámara podemos saber las propiedades del aire húmedo empleando las siguientes expresiones:

- Presión de saturación del vapor de agua, P_{vs} (bar)

$$P_{vs} = 0.0061 \cdot 10^{\frac{7.5 \cdot t_s}{237 + t_s}}$$

- Presión total del aire húmedo, P (bar), fijaremos 1.013 bar
- Presión parcial del vapor de agua, P_v (bar)

$$\phi = \frac{P_v}{P_{vs}} \rightarrow P_v = \phi \cdot P_{vs}$$

- Humedad absoluta del aire, ω (KJ/Kg_{as})

$$\omega = 0.622 \cdot \frac{P_v}{P - P_v}$$

- Entalpía del aire interior, h_{int} (KJ/Kg_{as})

$$h = t + \omega \cdot (2501 + 1.82 \cdot t)$$

Utilizando la tabla *Anexo 5.4. COEFICIENTES DE PELÍCULA* conocemos los siguientes coeficientes:

- Coeficiente de película interior paredes, h_{ip} (W/m²K) = 8.3
- Coeficiente de película interior techo, h_{it} (W/m²K) = 6.1
- Coeficiente de película interior suelo, h_{is} (W/m²K) = 9.3

1.4. SITUACIÓN DE LA CÁMARA

Conociendo la provincia donde se va a realizar la instalación utilizando la tabla *Anexo 5.5. CONDICIONES EXTERIORES* obtendremos los siguientes datos:

- Temperatura exterior, t_{ext} (°C)
- Humedad relativa, ϕ (%)

A partir de la temperatura exterior donde se va a ubicar la instalación podemos saber las propiedades del aire húmedo empleando las siguientes expresiones:

- Presión de saturación del vapor de agua, P_{vs} (bar)

$$P_{vs} = 0.0061 \cdot 10^{\frac{7.5 \cdot t_s}{237 + t_s}}$$



- Presión total del aire húmedo, P (bar), fijaremos 1.013 bar
- Presión parcial del vapor de agua, P_v (bar)

$$\phi = \frac{P_v}{P_{vs}} \rightarrow P_v = \phi \cdot P_{vs}$$

- Humedad absoluta del aire, ω (KJ/Kg_{as})

$$\omega = 0.622 \cdot \frac{P_v}{P - P_v}$$

- Entalpía del aire interior, h_{int} (KJ/Kg_{as})

$$h = t + \omega \cdot (2501 + 1.82 \cdot t)$$

Utilizando la tabla *Anexo 5.4. COEFICIENTES DE PELÍCULA* conocemos el siguiente coeficiente:

- Coeficiente de película exterior, h_e (W/m²K) = 23

2. CALCULO DE CARGAS TEMICAS DE LAS CÁMARAS

2.1. GANANCIA DE CALOR POR TRANSMISIÓN

En primer lugar calcularemos la ganancia de calor por transmisión, q (J/s) por toda la superficie de la cámara para ello utilizaremos la siguiente expresión:

$$q = \frac{T_{ext} - T_{int}}{\frac{1}{h_e \cdot A} + \frac{e_A}{k_A \cdot A} + \frac{e_B}{k_B \cdot A} + \frac{e_C}{k_C \cdot A} + \frac{1}{h_i \cdot A}} \approx \frac{T_{ext} - T_{int}}{\frac{1}{h_e \cdot A} + \frac{e_B}{k_B \cdot A} + \frac{1}{h_i \cdot A}}$$

Paredes:

- Superficie paredes, S_p (m²)

$$S_p = 2 \cdot (a \cdot c + b \cdot c)$$

- Calor transmitido por paredes, q_p (KJ/día)

Techo:

- Superficie techo, S_t (m²)

$$S_t = a \cdot b$$

- Calor transmitido por techo, q_t (KJ/día)

Suelo:

- Temperatura suelo, t_s (°C)

$$t_s = \frac{t_{amb} + 15}{2}$$



- Superficie suelo, S_s (m²)

$$S_s = a \cdot b$$

- Calor transmitido por suelo, q_s (KJ/día)

Una vez tenemos los calores transmitidos por cada superficie de la cámara podemos calcular el calor total por transmisión, q_{tran} (KJ/día)

$$q_{tran} = q_p + q_t + q_s$$

2.2. CARGA DEBIDA AL PRODUCTO

2.2.1. Carga entrada de producto

Procedemos a calcular el calor por la entrada de producto, q_{carg} (KJ/día) para ello hay que tener en cuenta: la renovación diaria, r_{dia} (%) que se ha estimado en un 10%, la proporción de embalaje, P_{emb} (%) que se ha estimado en un 2% y la temperatura de entrada del producto, t_{ent} (°C) se ha estimado en 5°C para el producto fresco y -18°C para el producto congelado que es la temperatura máxima de conservación frigorífica según tabla *Anexo 5.6. TEMPERATURAS MÁXIMAS DE CONSERVACIÓN*.

Ya podemos calcular los siguientes conceptos con sus respectivas expresiones:

- Rotación del producto, m_{prod} (Kg/día)

$$m_{prod} = m_{alm} \cdot r_{dia}$$

- Masa de embalaje, m_{emb} (Kg/día)

$$m_{emb} = m_{prod} \cdot P_{emb}$$

- Masa total, m_{ent} (Kg/día)

$$m_{ent} = m_{prod} + m_{emb}$$

- Calor por almacenamiento fresco, q_{carg} (KJ/día), Si $T_{alm} > t_c$

$$q_{carg} = m_{ent} \cdot C_f \cdot (T_{ent} - T_{alm})$$

- Calor por congelación, q_{carg} (KJ/día), Si $T_{alm} < t_c$ y $t_{ent} > t_c$

$$q_{carg} = m_{ent} \cdot C_f \cdot (T_{ent} - T_c) + m_{ent} \cdot \lambda + m_{ent} \cdot C_c \cdot (T_c - T_{alm})$$

- Calor por almacenamiento congelado, q_{carg} (KJ/día), Si $T_{alm} < t_c$ y $t_{ent} < t_c$

$$q_{carg} = m_{ent} \cdot C_c \cdot (T_{ent} - T_{alm})$$

Por lo que el calor por entrada de producto, q_{carg} (KJ/día) será uno de los tres casos anteriores dependiendo si es almacenamiento en fresco, congelación o almacenamiento de congelado.



2.2.2. Calor generado por respiración de frutas y verduras

En la conservación de frutas y verduras debe recordarse se trata de materias vivas, las cuales se hallan, por consiguiente, sujetas a cambios durante su almacenamiento. Estos cambios son debidos a la respiración, o proceso en que el oxígeno del aire se combina con el carbono de los tejidos del fruto. Durante dicho proceso se desprende energía en forma de calor y debe tenerse en cuenta para el cálculo.

El calor por kilogramo por respiración de carga diaria, C_{r1} (KJ/Kg·dia) y de masa almacenada, C_{r2} (KJ/Kg·dia) son datos que están tabulados en la tabla *Anexo 5.2. CARACTERÍSTICAS ALIMENTOS*.

- Calor de respiración carga diaria, q_{rc} (KJ/dia)

$$q_{rc} = C_{r1} \cdot m_{ent}$$

- Calor por respiración masa almacenada, q_{ra} (KJ/dia)

$$q_{ra} = C_{r2} \cdot m_{alm}$$

- Calor total por respiración, q_{resp} (KJ/dia)

$$q_{resp} = q_{rc} + q_{ra}$$

Por lo que el calor por producto, q_{prod} (KJ/dia) será el sumatorio del calor por entrada de producto más el calor por respiración como se indica en la siguiente expresión:

$$q_{prod} = q_{carg} + q_{resp}$$

2.3. GANANCIA DE CALOR POR RENOVACIÓN DE AIRE

Dependiendo del tipo de almacenamiento y del volumen interior de la cámara podremos estimar el número de renovaciones de aire interior por aperturas de puerta y con ello el calor por renovación utilizando las siguientes expresiones:

- Nº renovaciones por día del aire interior, η_{ren} (rnv/día) - fresco

$$\eta_{ren} = 86.1 \cdot V_{int}^{-0.55}$$

- Nº renovaciones por día del aire interior, η_{ren} (rnv/día) - congelado

$$\eta_{ren} = 111.34 \cdot V_{int}^{-0.56}$$

- Calor por renovación, q_{ren} (KJ/día)

$$q_{ren} = \eta_{ren} \cdot \frac{V_{int}}{0.83} \cdot (h_{ext} - h_{int})$$

2.4. GANANCIA DE CALOR POR CARGAS INTERNAS

Procedemos a calcular el calor por cargas internas de la cámara para ello tenemos que estimar las horas de trabajo de personas en el interior, η_t (horas/día) en nuestro caso vamos a fijar 2 horas/día en cada una de las cámaras y estimaremos también las horas de trabajo de compresores, η_c (horas/día) con la siguiente expresión:



$$\text{Si } T_{alm} > -5^{\circ}\text{C} \rightarrow \eta_c = 18$$

$$\text{Si } T_{alm} < -5^{\circ}\text{C} \rightarrow \eta_c = 16$$

2.4.1. Iluminación

Las luminarias también emiten calor que el equipo frigorífico tendrá que sacar por lo que también tenemos que tenerlo en cuenta.

- Potencia luces, P_{itum} (W)

$$P_{itum} = 10 \cdot S_s$$

- Calor por luces, q_{i1} (KJ/día)

$$q_{i1} = P_{itum} \cdot \eta_t \cdot 3.6$$

2.4.2. Ventiladores Evaporadores

Los evaporadores tienen ventiladores por consiguiente un motor eléctrico que emite calor por lo que también lo tendremos en cuenta.

- Potencia ventiladores, P_{vent} (W)

$$P_{vent} = 0.1 \cdot P_{cam}$$

- Calor por ventiladores, q_{i2} (KJ/día)

$$q_{i2} = P_{vent} \cdot \eta_c \cdot 3.6$$

2.4.3. Desescarches

Para evitar que el hielo se acumule impidiendo el mal funcionamiento, el evaporador tiene incorporado resistencias de desescarche que emiten calor, se ha estimado que el nº de desescarches diarios, d_{dia} será de 8 y la duración de desescarche, t_{des} (min) será de 20 por lo que ya podemos calcular el calor por desescarche.

- Potencia resistencias, P_{res} (W)

$$P_{res} = 0.025 \cdot P_{cam}$$

- Calor por desescarches, q_{i3} (KJ/día)

$$q_{i3} = P_{res} \cdot d_{dia} \cdot t_{des} \cdot 0.06$$

2.4.4. Personas trabajando

Las personas también emiten calor por lo que se ha estimado que el nº de personas trabajando, η_p será de 2 por lo que podemos proceder a calcular el calor por personas.

- Potencia por persona, \dot{Q}_{ocup} (W)

$$\dot{Q}_{ocup} = 272 - 6 \cdot t$$

- Calor por personas, q_{i4} (KJ/día)



$$q_{i4} = \eta_p \cdot \dot{Q}_{ocup} \cdot \eta_t \cdot 3.6$$

2.4.5. Motores en el interior

En el caso que hubiera motores en el interior también tendríamos que tener en cuenta el calor por motores.

- Calor por motores, q_{i5} (KJ/día)

$$q_{i5} = P_{mot} \cdot \eta_c \cdot 3.6$$

2.4.6. Calor total por cargas internas

El calor total por cargas internas, q_{int} (KJ/día) es el de la siguiente expresión:

$$q_{int} = q_{i1} + q_{i2} + q_{i3} + q_{i4} + q_{i5}$$

2.5. CARGA TOTAL DE LA CÁMARA

Se ha tenido en cuenta todo el calor que el equipo frigorífico deberá sacar al exterior por lo que ya podemos obtener la potencia del equipo frigorífico con un factor de seguridad, F_s fijado en 1.2 con las siguientes expresiones:

- Calor total cámara, q_{cam} (KJ/día)

$$q_{cam} = q_{tran} + q_{carg} + q_{resp} + q_{ren} + q_{int}$$

- Potencia cámara, P_{cam} (W)

$$P_{cam} = \frac{q_{cam}}{\eta_c \cdot 3.6}$$

- Potencia del equipo frigorífico, P_{eq} (W)

$$P_{eq} = P_{cam} \cdot F_s$$

3. CÁLCULO DEL EQUIPO FRIGORÍFICO

La instalación frigorífica trabajará con R404A y precisará una potencia frigorífica determinada, dependiendo del producto habrá una temperatura de evaporación determinada y una temperatura de condensación según situación.

El refrigerante saldrá del evaporador con un recalentamiento de 5°C y se recalentará otros 10°C antes de alcanzar la aspiración del compresor, debido a la penetración de calor en la tubería.

La licuefacción se lleva a cabo mediante un condensador enfriado por aire, llegando el líquido al sistema de expansión con un subenfriamiento de 10°C



3.1. EVAPORADOR

Procedemos a realizar los cálculos necesarios en el evaporador para ello obtenemos la humedad relativa del producto, φ (%) y la temperatura interior de la cámara, t_{alm} (°C) que se obtiene de la tabla ANEXO 5.2. *CARACTERÍSTICAS ALIMENTOS*.

Ya podemos utilizar la gráfica ANEXO 5.7 *EVOLUCIÓN HUMEDAD RELATIVA / DT* donde se obtiene el salto térmico en el evaporador, DT (°C).

Se obtiene la temperatura de evaporación, T_{evap} (°C) con la siguiente expresión:

$$T_{evap} = t_{alm} - DT$$

Una vez tenemos la temperatura de evaporación, T_{evap} (°C) utilizando la tabla ANEXO 5.8. *VALORES SATURADOS R404A*, obtenemos la presión de evaporación, p_{evap} (bar).

Como se ha indicado anteriormente los siguientes valores son conocidos:

- Recalentamiento útil, $\Delta T_{rec.útil}$ (°C) = 5
- Recalentamiento total, $\Delta T_{rec.total}$ (°C) = 15

La potencia del evaporador, \dot{Q}_0 (KW) será igual que la potencia del equipo frigorífico, P_{eq} (KW) obtenida en el apartado de cargas térmicas, por lo tanto:

$$\dot{Q}_0 = P_{eq}$$

Se necesita obtener el calor intercambiado en el evaporador, q_0 (KJ/Kg) con la siguiente expresión:

$$q_0 = h_5 - h_4$$

Para ello se tendrá que realizar el ciclo frigorífico calculando todos los estados como se indica en apartado 3.4. *ESTADOS CICLO FRIGORÍFICO*

Ya se puede obtener el gasto másico de refrigerante, \dot{m}_r (Kg/s) utilizando la siguiente expresión:

$$\dot{m}_r = \frac{\dot{Q}_0}{q_0}$$

3.2. CONDENSADOR

También se tiene que calcular el condensador por lo que se procede a ello, partimos de la temperatura de aire a la entrada del condensador, T_{ext} (°C) el valor se obtiene de la tabla ANEXO 5.5. *CONDICIONES EXTERIORES*.

En este caso fijamos un valor para el salto térmico en el condensador, ΔT_c (°C) que será de 15.

Por lo que ya podemos saber la temperatura de condensación, T_{cond} (°C) utilizando la siguiente expresión:

$$T_{cond} = T_{ext} + \Delta T_c$$



Una vez tenemos la temperatura de condensación, T_{cond} (°C) utilizando la tabla ANEXO 5.8. VALORES SATURADOS R404A, obtenemos la presión de condensación, p_{cond} (bar).

Como se ha indicado anteriormente el siguiente valor es conocido:

- Subenfriamiento, ΔT_{subenf} (°C) = 10

Para obtener los dos siguientes conceptos es necesario realizar el ciclo frigorífico calculando todos los estados y así resolver sus respectivas expresiones:

- Calor intercambiado en el condensador, q_c (KJ/Kg)

$$q_c = h_2 - h_3$$

- Potencia del condensador, \dot{Q}_c (KW)

$$\dot{Q}_c = \dot{m}_r \cdot (h_2 - h_3)$$

3.3. CENTRAL DE COMPRESORES

Para que todo el ciclo frigorífico funcione es necesario la central de compresores por lo que se calcularán los siguientes conceptos con sus respectivas expresiones:

- Relación de compresión, ρ

$$\rho = \frac{P_{cond}}{P_{evap}}$$

- Rendimiento volumétrico, η_v

$$\eta_v = \frac{\dot{V}_a}{\dot{V}_b} \approx 1 - 0.5 \cdot \rho$$

- Volumen aspirado, \dot{V}_a (m³/h)

$$\dot{V}_a = \dot{V}_1 = \dot{m}_r \cdot v_1$$

- Volumen barrido, \dot{V}_b (m³/h)

$$\dot{V}_b = \frac{\dot{V}_a}{\eta_v}$$

- Rendimiento isentrópico del compresor, η_{ic} este valor lo obtenemos de la gráfica ANEXO 5.9 RENDIMIENTO ISENTRÓPICO / RELACIÓN DE COMPRESIÓN.
- Entalpía salida compresor, h_2 (KJ/Kg)

$$h_2 = h_1 + \frac{h_{2s} - h_1}{\eta_{ic}}$$

- Potencia teórica compresión, \dot{W}_t (KW)

$$\dot{W}_t = \dot{m}_r \cdot (h_{2s} - h_1)$$

- Potencia real compresión, \dot{W}_c (KW)



$$\dot{W}_c = \dot{m}_r \cdot (h_2 - h_1)$$

- Rendimiento mecánico de compresor, η_m

$$\eta_m = \frac{\dot{W}_e}{N_e} \approx 0.85 - 0.90$$

- Potencia mecánica, N_e (KW)

$$N_e = \frac{\dot{W}_e}{\eta_m}$$

- Rendimiento motor eléctrico, η_{ME}

$$\eta_{ME} = \frac{N_e}{P_{elec}} \approx 0.90 - 0.95$$

- Potencia motor eléctrico, P_{elec} (KW)

$$P_{elec} = \frac{N_e}{\eta_{ME}}$$

- Coeficiente de prestación, COP

$$COP = \frac{\dot{Q}_0}{P_{elec}}$$

Para resolver varios de estos conceptos vamos a tener que realizar el ciclo frigorífico y obtener todos los estados.

3.4. TRAZADO FRIGORÍFICO

3.4.1. PERDIDAS DE CARGA Y VELOCIDADES RECOMENDADAS

Se tienen que fijar unos parámetros para el correcto funcionamiento de la instalación dimensionando las tuberías para un correcto arrastre del aceite y evitar golpes de ariete o sonidos excesivos por el paso del refrigerante.

3.4.1.1. Línea de aspiración

Tramo horizontal \rightarrow 2.5 – 10 m/s (<2.5 m/s no asegura arrastre de aceite).

Tramo vertical \rightarrow 5 – 14 m/s (<5 m/s no asegura arrastre de aceite).

DT máximo \rightarrow 1°C

Las pérdidas de presión para un cambio de 1 K en saturación con R404A son:

$T_{evap} = -5.6^\circ C$	$\Delta T = 1K$	$\Delta p = 0.16548$
$T_{evap} = -25.6^\circ C$	$\Delta T = 1K$	$\Delta p = 0.10269$
$T_{evap} = 0^\circ C$	$\Delta T = 1K$	$\Delta p = 0.189$



3.4.1.2. Línea de descarga

Tramo horizontal y vertical descendente → 2.5 – 10 m/s (<2.5 m/s no asegura arrastre de aceite)

Tramo vertical → 5 – 14 m/s (<5 m/s no asegura arrastre de aceite)

DT máximo → 1°C

Las pérdidas de presión para un cambio de 1K en saturación con R404A son:

$T_{cond} = 45^{\circ}C$	$\Delta T = 1K$	$\Delta p = 0.475$
--------------------------	-----------------	--------------------

3.4.1.3. Línea de líquido

Tramo recipiente de líquido-evaporadores → Máximo 1 m/s

DT máximo → 0.5 – 1°C

Las pérdidas de presión para un cambio de 1K en saturación para una temperatura de condensación de 45°C con R404A son:

$T_{cond} = 45^{\circ}C$	$\Delta T = 1K$	$\Delta p = 0.475$
--------------------------	-----------------	--------------------

Tramo condensador-recipiente de líquido → Máximo 0.5 m/s

3.4.2. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL REFRIGERANTE

En primer lugar calculamos el caudal másico del refrigerante, teniendo en cuenta que la potencia frigorífica es igual al caudal por la diferencia de entalpía:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot \Delta h \rightarrow \dot{m} = \frac{\dot{Q}}{\Delta h}$$

Con el caudal másico calculamos el caudal volumétrico:

$$C = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

La velocidad del refrigerante es:

$$v = \frac{C}{A} = \frac{C}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}$$

3.4.3. CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA

El tipo de flujo, laminar o turbulento, depende del valor de la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas, es decir del número de Reynolds, Re que depende de la velocidad del fluido, v (m/s) el diámetro interior de la tubería, D (m), la densidad del fluido, ρ (kg/m³) y la viscosidad dinámica o absoluta del fluido, μ (kg/m·s).



$$Re = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\mu}$$

A continuación es necesario calcular el parámetro adimensional, f , denominado coeficiente de fricción o coeficiente de Darcy, que en general es función del número de Reynolds, Re y de la rugosidad relativa de la tubería, ε .

$$Re < 2300 \rightarrow \text{Régimen laminar} \rightarrow f = \frac{64}{Re}$$

$$2300 < Re < 4000 \rightarrow \text{Régimen de transición} \rightarrow f = 0.01 + \frac{64}{Re}$$

$$4000 < Re \rightarrow \text{Régimen turbulento} \rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \cdot \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

ε es la rugosidad del material, en nuestro caso cobre $\varepsilon = 0.0000015$

Sabiendo el parámetro adimensional, f podemos proceder a calcular la pérdida de carga de la tubería con la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$\Delta p_1 = f \cdot \left(\frac{L}{D} \right) \cdot \left(\frac{\rho \cdot v^2}{2} \right)$$

3.5. RECIPIENTES DE LÍQUIDO.

Para el dimensionamiento y la selección de los recipientes de líquido primero debemos conocer la cantidad de refrigerante tendrán que almacenar.

Para ello se debe calcular la cantidad de refrigerante total que hay en la instalación de temperatura positiva y por otro lado la cantidad de refrigerante total que hay en la instalación de temperatura negativa.

Para ello hay que tener en cuenta la cantidad de refrigerante que habrá en circulación dentro de las tuberías, así como en los elementos de la instalación como pueden ser los evaporadores o los condensadores.

Además debe tener capacidad para una reserva de refrigerante para garantizar el suministro de líquido a los evaporadores y se debe sobredimensionar para asegurarnos que el recipiente nunca este al límite de su capacidad.

Por norma general para el cálculo del volumen de recipiente se tendrá en cuenta la masa total de refrigerante más un 20% para la reserva y asegurarnos que nunca este al límite de su capacidad.

Para el cálculo de la masa de refrigerante de la instalación se calcula la masa que hay en todas las tuberías a través del volumen y la densidad. A ella hay que sumar la masa que hay en los evaporadores y condensadores.



4. RESULTADOS

4.1. DATOS DE PARTIDA

A continuación se detallarán todos los datos de partida para cada cámara para el cálculo de las cargas térmicas, solo en el caso de la cámara de la cocina se indicará el aislamiento utilizado y la situación de la cámara ya que es igual para todos los casos.

4.1.1. Cámara Cocina

1. Dimensiones de la cámara

Medidas exteriores:	
Largo, a (m)	7,6
Ancho, b (m)	3,6
Alto, c (m)	3
Espesor aislante paredes y techo, e_a (mm)	100
Espesor suelo, e_s (mm)	120
Volumen interior, V_{int} (m ³)	69,9448

2. Aislamiento (Para todas las cámaras)

Paredes y techo:	Poliuretano expandido
Conductividad paredes y techo, k_p (W/m ² C)	0,0278
Suelo:	Poliestireno planchas
Conductividad suelo, k_s (W/m ² C)	0,036



3. Producto almacenado

Producto:	Frescos general (tiendas-f
Temperatura interior, t_{alm} (°C)	0
Humedad relativa interior, ϕ (%)	80
Presión saturación vapor de agua, p_{vs} (bar)	0,0061
Presión aire, p (bar)	1,013
Presión parcial del vapor de agua, p_v (bar)	0,00488
Humedad absoluta del aire, ω (kg/kg _{gas})	0,003010911
Entalpía del aire interior, h_{int} (kJ/kg _{gas})	7,53028941
Calor específico del producto fresco, c_f (kJ/kg°C)	3,2186
Calor específico del producto congelado, c_c (kJ/kg°C)	1,7556
Punto de congelación del producto, t_c (°C)	0
Calor latente de congelación, λ (kJ/kg)	235
Coefficiente de película interior paredes, h_{ip} (W/m ² K)	8,3
Coefficiente de película interior techo, h_{it} (W/m ² K)	6,1
Coefficiente de película interior suelo, h_{is} (W/m ² K)	9,3
Densidad neta almacenaje, ρ_{carga} (kg/m ³)	300
Coefficiente de capacidad, K	0,73
Capacidad total cámara, m_{alm} (kg)	15317,9112

4. Situación de la cámara (Para todas las cámaras)

Provincia	Alicante
Temperatura exterior, t_{ext} (°C)	31
Humedad relativa exterior, ϕ (%)	60
Presión saturación vapor de agua, p_{vs} (bar)	0,044964229
Presión aire, p (bar)	1,013
Presión parcial del vapor de agua, p_v (bar)	0,026978537
Humedad absoluta del aire, ω (kg/kg _{gas})	0,017018545
Entalpía del aire exterior, h_{ext} (kJ/kg _{gas})	74,52356613
Coefficiente de película exterior, h_e (W/m ² K)	23



4.1.2. Cámara Pan Congelado

1. Dimensiones de la cámara

Medidas exteriores:	
Largo, a (m)	3,8
Ancho, b (m)	3,6
Alto, c (m)	3
Espesor aislante paredes y techo, e_a (mm)	150
Espesor suelo, e_s (mm)	150
Volumen interior, V_{int} (m ³)	31,185

2. Producto almacenado

Producto:	Pan congelado
Temperatura interior, t_{alm} (°C)	-20
Humedad relativa interior, ϕ (%)	95
Presión saturación vapor de agua, p_{vs} (bar)	0,001241897
Presión aire, p (bar)	1,013
Presión parcial del vapor de agua, p_v (bar)	0,001179802
Humedad absoluta del aire, ω (kg/kg _{as})	0,000725264
Entalpía del aire interior, h_{int} (kJ/kg _{as})	-18,21251385
Calor específico del producto fresco, c_f (kJ/kg°C)	1,9646
Calor específico del producto congelado, c_c (kJ/kg°C)	1,1704
Punto de congelación del producto, t_c (°C)	-2
Calor latente de congelación, λ (kJ/kg)	112,86
Coeficiente de película interior paredes, h_{ip} (W/m ² K)	8,3
Coeficiente de película interior techo, h_{it} (W/m ² K)	6,1
Coeficiente de película interior suelo, h_{is} (W/m ² K)	9,3
Densidad neta almacenaje, ρ_{carga} (kg/m ³)	300
Coeficiente de capacidad, K	0,66
Capacidad total cámara, m_{alm} (kg)	6174,63



4.1.3. Cámara Panadería

1. Dimensiones de la cámara

Medidas exteriores:	
Largo, a (m)	5,8
Ancho, b (m)	2,8
Alto, c (m)	3
Espesor aislante paredes y techo, e_a (mm)	100
Espesor suelo, e_s (mm)	120
Volumen interior, V_{int} (m ³)	40,4768

2. Producto almacenado

Producto:	Pan
Temperatura interior, t_{alm} (°C)	0
Humedad relativa interior, ϕ (%)	85
Presión saturación vapor de agua, p_{vs} (bar)	0,0061
Presión aire, p (bar)	1,013
Presión parcial del vapor de agua, p_v (bar)	0,005185
Humedad absoluta del aire, ω (kg/kg _{as})	0,003200062
Entalpía del aire interior, h_{int} (kJ/kg _{as})	8,00335386
Calor específico del producto fresco, c_f (kJ/kg°C)	1,9646
Calor específico del producto congelado, c_c (kJ/kg°C)	1,1704
Punto de congelación del producto, t_c (°C)	-2
Calor latente de congelación, λ (kJ/kg)	112,86
Coefficiente de película interior paredes, h_{ip} (W/m ² K)	8,3
Coefficiente de película interior techo, h_{it} (W/m ² K)	6,1
Coefficiente de película interior suelo, h_{is} (W/m ² K)	9,3
Densidad neta almacenaje, ρ_{carga} (kg/m ³)	220
Coefficiente de capacidad, K	0,68
Capacidad total cámara, m_{alm} (kg)	6055,32928



4.1.4. Cámara Lácteos

1. Dimensiones de la cámara

Medidas exteriores:	
Largo, a (m)	7,3
Ancho, b (m)	5,8
Alto, c (m)	3
Espesor aislante paredes y techo, e_a (mm)	100
Espesor suelo, e_s (mm)	120
Volumen interior, V_{int} (m ³)	110,5328

2. Producto almacenado

Producto:	Lacteos y quesos
Temperatura interior, t_{alm} (°C)	5
Humedad relativa interior, ϕ (%)	75
Presión saturación vapor de agua, p_{vs} (bar)	0,008715424
Presión aire, p (bar)	1,013
Presión parcial del vapor de agua, p_v (bar)	0,006536568
Humedad absoluta del aire, ω (kg/kg _{as})	0,004039635
Entalpía del aire interior, h_{int} (kJ/kg _{as})	15,13988861
Calor específico del producto fresco, c_f (kJ/kg°C)	3,344
Calor específico del producto congelado, c_c (kJ/kg°C)	1,7138
Punto de congelación del producto, t_c (°C)	-0,5
Calor latente de congelación, λ (kJ/kg)	317
Coefficiente de película interior paredes, h_{ip} (W/m ² K)	8,3
Coefficiente de película interior techo, h_{it} (W/m ² K)	6,1
Coefficiente de película interior suelo, h_{is} (W/m ² K)	9,3
Densidad neta almacenaje, ρ_{carga} (kg/m ³)	250
Coefficiente de capacidad, K	0,82
Capacidad total cámara, m_{alm} (kg)	22659,224



4.1.5. Cámara Congelados

1. Dimensiones de la cámara

Medidas exteriores:	
Largo, a (m)	7,8
Ancho, b (m)	3,6
Alto, c (m)	3
Espesor aislante paredes y techo, e_a (mm)	150
Espesor suelo, e_s (mm)	150
Volumen interior, V_{int} (m ³)	66,825

2. Producto almacenado

Producto:	Congelados general
Temperatura interior, t_{alm} (°C)	-20
Humedad relativa interior, ϕ (%)	90
Presión saturación vapor de agua, p_{vs} (bar)	0,001241897
Presión aire, p (bar)	1,013
Presión parcial del vapor de agua, p_v (bar)	0,001117707
Humedad absoluta del aire, ω (kg/kg _{as})	0,00068705
Entalpía del aire interior, h_{int} (kJ/kg _{as})	-18,30669599
Calor específico del producto fresco, c_f (kJ/kg°C)	3,6784
Calor específico del producto congelado, c_c (kJ/kg°C)	2,0064
Punto de congelación del producto, t_c (°C)	0
Calor latente de congelación, λ (kJ/kg)	235
Coefficiente de película interior paredes, h_{ip} (W/m ² K)	8,3
Coefficiente de película interior techo, h_{it} (W/m ² K)	6,1
Coefficiente de película interior suelo, h_{is} (W/m ² K)	9,3
Densidad neta almacenaje, ρ_{carga} (kg/m ³)	400
Coefficiente de capacidad, K	0,73
Capacidad total cámara, m_{alm} (kg)	19512,9



4.1.6. Cámara Pescados

1. Dimensiones de la cámara

Medidas exteriores:	
Largo, a (m)	7,8
Ancho, b (m)	3,5
Alto, c (m)	3
Espesor aislante paredes y techo, e_a (mm)	100
Espesor suelo, e_s (mm)	120
Volumen interior, V_{int} (m ³)	69,7224

2. Producto almacenado

Producto:	Pescado Fresco
Temperatura interior, t_{alm} (°C)	0
Humedad relativa interior, ϕ (%)	95
Presión saturación vapor de agua, p_{vs} (bar)	0,0061
Presión aire, p (bar)	1,013
Presión parcial del vapor de agua, p_v (bar)	0,005795
Humedad absoluta del aire, ω (kg/kg _{as})	0,003578705
Entalpía del aire interior, h_{int} (kJ/kg _{as})	8,950342274
Calor específico del producto fresco, c_f (kJ/kg°C)	3,4276
Calor específico del producto congelado, c_c (kJ/kg°C)	1,7138
Punto de congelación del producto, t_c (°C)	-2,2
Calor latente de congelación, λ (kJ/kg)	242
Coefficiente de película interior paredes, h_{ip} (W/m ² K)	8,3
Coefficiente de película interior techo, h_{it} (W/m ² K)	6,1
Coefficiente de película interior suelo, h_{is} (W/m ² K)	9,3
Densidad neta almacenaje, ρ_{carga} (kg/m ³)	350
Coefficiente de capacidad, K	0,73
Capacidad total cámara, m_{alm} (kg)	17814,0732



4.1.7. Cámara Fruta y Verdura

1. Dimensiones de la cámara

Medidas exteriores:	
Largo, a (m)	7
Ancho, b (m)	4,6
Alto, c (m)	3
Espesor aislante paredes y techo, e_a (mm)	100
Espesor suelo, e_s (mm)	120
Volumen interior, V_{int} (m ³)	83,1776

2. Producto almacenado

Producto:	Frutas general
Temperatura interior, t_{alm} (°C)	0
Humedad relativa interior, ϕ (%)	90
Presión saturación vapor de agua, p_{vs} (bar)	0,0061
Presión aire, p (bar)	1,013
Presión parcial del vapor de agua, p_v (bar)	0,00549
Humedad absoluta del aire, ω (kg/kg _{as})	0,003389326
Entalpía del aire interior, h_{int} (kJ/kg _{as})	8,476704727
Calor específico del producto fresco, c_f (kJ/kg°C)	3,762
Calor específico del producto congelado, c_c (kJ/kg°C)	2,0064
Punto de congelación del producto, t_c (°C)	0
Calor latente de congelación, λ (kJ/kg)	284
Coefficiente de película interior paredes, h_{ip} (W/m ² K)	8,3
Coefficiente de película interior techo, h_{it} (W/m ² K)	6,1
Coefficiente de película interior suelo, h_{is} (W/m ² K)	9,3
Densidad neta almacenaje, ρ_{carga} (kg/m ³)	320
Coefficiente de capacidad, K	0,76
Capacidad total cámara, m_{alm} (kg)	20228,79232



4.1.8. Cámara Embutidos

1. Dimensiones de la cámara

Medidas exteriores:	
Largo, a (m)	6,3
Ancho, b (m)	3,6
Alto, c (m)	3
Espesor aislante paredes y techo, e_a (mm)	100
Espesor suelo, e_s (mm)	120
Volumen interior, V_{int} (m ³)	57,6572

2. Producto almacenado

Producto:	Embutidos
Temperatura interior, t_{alm} (°C)	2
Humedad relativa interior, ϕ (%)	80
Presión saturación vapor de agua, p_{vs} (bar)	0,007048413
Presión aire, p (bar)	1,013
Presión parcial del vapor de agua, p_v (bar)	0,00563873
Humedad absoluta del aire, ω (kg/kg _{as})	0,003481661
Entalpía del aire interior, h_{int} (kJ/kg _{as})	10,72030702
Calor específico del producto fresco, c_f (kJ/kg°C)	2,508
Calor específico del producto congelado, c_c (kJ/kg°C)	1,463
Punto de congelación del producto, t_c (°C)	-1
Calor latente de congelación, λ (kJ/kg)	188,1
Coefficiente de película interior paredes, h_{ip} (W/m ² K)	8,3
Coefficiente de película interior techo, h_{it} (W/m ² K)	6,1
Coefficiente de película interior suelo, h_{is} (W/m ² K)	9,3
Densidad neta almacenaje, ρ_{carga} (kg/m ³)	250
Coefficiente de capacidad, K	0,71
Capacidad total cámara, m_{alm} (kg)	10234,153



4.1.9. Cámara Cárnicos

1. Dimensiones de la cámara

Medidas exteriores:	
Largo, a (m)	6,3
Ancho, b (m)	3,6
Alto, c (m)	3
Espesor aislante paredes y techo, e_a (mm)	100
Espesor suelo, e_s (mm)	120
Volumen interior, V_{int} (m ³)	57,6572

2. Producto almacenado

Producto:	Carne en general
Temperatura interior, t_{alm} (°C)	0
Humedad relativa interior, ϕ (%)	90
Presión saturación vapor de agua, p_{vs} (bar)	0,0061
Presión aire, p (bar)	1,013
Presión parcial del vapor de agua, p_v (bar)	0,00549
Humedad absoluta del aire, ω (kg/kg _{as})	0,003389326
Entalpía del aire interior, h_{int} (kJ/kg _{as})	8,476704727
Calor específico del producto fresco, c_f (kJ/kg°C)	3,135
Calor específico del producto congelado, c_c (kJ/kg°C)	1,672
Punto de congelación del producto, t_c (°C)	-2,2
Calor latente de congelación, λ (kJ/kg)	217
Coefficiente de película interior paredes, h_{ip} (W/m ² K)	8,3
Coefficiente de película interior techo, h_{it} (W/m ² K)	6,1
Coefficiente de película interior suelo, h_{is} (W/m ² K)	9,3
Densidad neta almacenaje, ρ_{carga} (kg/m ³)	280
Coefficiente de capacidad, K	0,71
Capacidad total cámara, m_{alm} (kg)	11462,25136

4.2. CARGAS TÉRMICAS

A continuación se detallan todos los datos obtenidos en las cargas térmicas de cada una de las cámaras del supermercado.



4.2.1. Cámara Cocina

1. Ganancia de calor por transmisión

1. 1. Paredes:	
Superficie paredes, S_p (m^2)	67,2
Calor transmitido por paredes, q_p (kJ/día)	47855,49917
1. 2. Techo:	
Superficie techo, S_t (m^2)	27,36
Calor transmitido por techo, q_t (kJ/día)	19261,49298
1. 3. Suelo:	
Temperatura suelo, t_s ($^{\circ}C$)	23
Superficie suelo, S_s (m^2)	27,36
Calor transmitido por suelo, q_s (kJ/día)	14505,85467
1. 4. Puerta: (integrada)	
Superficie puerta, S_{pt} (m^2)	0
Calor transmitido por puerta, q_{pt} (kJ/día)	0
Calor por transmisión, q_{tran} (kJ/día)	81622,84682

2. Carga debida al producto

2. 1. Carga por entrada de producto	
Renovación diaria, r_{dia} (%)	10
Rotación del producto, m_{prod} (kg/día)	1531,79112
Temperatura de entrada del producto, t_{ent} ($^{\circ}C$)	5
Proporción de embalaje, p_{emb} (%)	2
Masa de embalaje, m_{emb} (kg/día)	30,6358224
Masa total, m_{ent} (kg/día)	1562,426942
Calor por almacenamiento de fresco, q_{carg} (kJ/día)	25144,13678
Calor por congelación, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por almacenamiento de congelado, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por entrada de producto, q_{carg} (kJ/día)	25144,13678
2. 2. Calor generado por respiración de frutas y verduras	
a) Calor de respiración carga diaria	
C_{r1} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{rc} (kJ/día)	0
b) Calor respiración masa almacenada	
C_{r2} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{ra} (kJ/día)	0
Calor total por respiración, q_{resp} (kJ/día)	0
Calor por producto, q_{prod} (kJ/día)	25144,13678



3. Ganancia de calor por renovación de aire

Tipo de almacenamiento	FRESCO
Nº renovaciones/día aire interior, n_{ren}	8,325065583
Calor por renovación (aperturas puerta), q_{ren} (kJ/día)	46999,82317

4. Ganancia de calor por cargas internas

Horas trabajo personas en el interior, n_t (horas/día)	2
Horas de trabajo de compresores, n_c (horas/día)	18
4. 1. Iluminación:	
Potencia luces, P_{ilum} (W)	273,6
Calor por luces, q_{i1} (kJ/día)	1969,92
4. 2. Ventiladores evaporadores:	
Potencia ventiladores, P_{vent} (W)	274,8855489
Calor por ventiladores, q_{i2} (kJ/día)	17812,58357
4. 3. Desescarches:	
Potencia resistencias, P_{res} (W)	68,72138721
Nº desescarches diarios, d_{dia}	8
duración desescarcho, t_{des} (min)	20
Calor por desescarches, q_{i3} (kJ/día)	659,7253173
4. 4. Personas trabajando:	
Nº de personas trabajando, n_p	2
Potencia por persona, Q_{ocup} (W)	272
Calor por personas, q_{i4} (kJ/día)	3916,8
4. 5. Motores en el interior (si los hay):	
Potencia motores, p_{mot} (W)	0
Calor por motores, q_{i5} (kJ/día)	0
Calor por cargas internas, q_{int} (kJ/día)	24359,02888

5. Carga total de la cámara

Calor total cámara, q_{cam} (kJ/día)	178125,8357
Potencia cámara, P_{cam} (W)	2748,855489
Factor de seguridad, F_s	1,2
Potencia del equipo frigorífico, P_{eq} (W)	3298,626586



4.2.2. Cámara Pan Congelado

1. Ganancia de calor por transmisión

1. 1. Paredes:	
Superficie paredes, S_p (m ²)	44,4
Calor transmitido por paredes, q_p (kJ/día)	35190,054
1. 2. Techo:	
Superficie techo, S_t (m ²)	13,68
Calor transmitido por techo, q_t (kJ/día)	10758,25767
1. 3. Suelo:	
Temperatura suelo, t_s (°C)	23
Superficie suelo, S_s (m ²)	13,68
Calor transmitido por suelo, q_s (kJ/día)	9162,933004
1. 4. Puerta: (integrada)	
Superficie puerta, S_{pt} (m ²)	0
Calor transmitido por puerta, q_{pt} (kJ/día)	0
Calor por transmisión, q_{tran} (kJ/día)	55111,24467

2. Carga debida al producto

2. 1. Carga por entrada de producto	
Renovación diaria, r_{dia} (%)	10
Rotación del producto, m_{prod} (kg/día)	617,463
Temperatura de entrada del producto, t_{ent} (°C)	-18
Proporción de embalaje, p_{emb} (%)	2
Masa de embalaje, m_{emb} (kg/día)	12,34926
Masa total, m_{ent} (kg/día)	629,81226
Calor por almacenamiento de fresco, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por congelación, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por almacenamiento de congelado, q_{carg} (kJ/día)	1474,264538
Calor por entrada de producto, q_{carg} (kJ/día)	1474,264538
2. 2. Calor generado por respiración de frutas y verduras	
a) Calor de respiración carga diaria	
C_{r1} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{rc} (kJ/día)	0
b) Calor respiración masa almacenada	
C_{r2} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{ra} (kJ/día)	0
Calor total por respiración, q_{resp} (kJ/día)	0
Calor por producto, q_{prod} (kJ/día)	1474,264538



3. Ganancia de calor por renovación de aire

Tipo de almacenamiento	CONGELADO
Nº renovaciones/día aire interior, n_{ren}	16,21965446
Calor por renovación (aperturas puerta), q_{ren} (kJ/día)	56514,25253

4. Ganancia de calor por cargas internas

Horas trabajo personas en el interior, n_t (horas/día)	2
Horas de trabajo de compresores, n_c (horas/día)	16
4. 1. Iluminación:	
Potencia luces, P_{ilum} (W)	136,8
Calor por luces, q_{i1} (kJ/día)	984,96
4. 2. Ventiladores evaporadores:	
Potencia ventiladores, P_{vent} (W)	232,0339569
Calor por ventiladores, q_{i2} (kJ/día)	13365,15592
4. 3. Desescarches:	
Potencia resistencias, P_{res} (W)	58,00848922
Nº desescarches diarios, d_{dia}	8
duración desescarche, t_{des} (min)	20
Calor por desescarches, q_{i3} (kJ/día)	556,8814965
4. 4. Personas trabajando:	
Nº de personas trabajando, n_p	2
Potencia por persona, Q_{ocup} (W)	392
Calor por personas, q_{i4} (kJ/día)	5644,8
4. 5. Motores en el interior (si los hay):	
Potencia motores, p_{mot} (W)	0
Calor por motores, q_{i5} (kJ/día)	0
Calor por cargas internas, q_{int} (kJ/día)	20551,79741

5. Carga total cámara

Calor total cámara, q_{cam} (kJ/día)	133651,5592
Potencia cámara, P_{cam} (W)	2320,339569
Factor de seguridad, F_s	1,2
Potencia del equipo frigorífico, P_{eq} (W)	2784,407482



4.2.3. Cámara Panadería

1. Ganancia de calor por transmisión

1. 1. Paredes:	
Superficie paredes, S_p (m ²)	51,6
Calor transmitido por paredes, q_p (kJ/día)	36746,18686
1. 2. Techo:	
Superficie techo, S_t (m ²)	16,24
Calor transmitido por techo, q_t (kJ/día)	11432,99145
1. 3. Suelo:	
Temperatura suelo, t_s (°C)	23
Superficie suelo, S_s (m ²)	16,24
Calor transmitido por suelo, q_s (kJ/día)	8610,200287
1. 4. Puerta: (integrada)	
Superficie puerta, S_{pt} (m ²)	0
Calor transmitido por puerta, q_{pt} (kJ/día)	0
Calor por transmisión, q_{tran} (kJ/día)	56789,3786

2. Carga debida al producto

2. 1. Carga por entrada de producto	
Renovación diaria, r_{dia} (%)	10
Rotación del producto, m_{prod} (kg/día)	605,532928
Temperatura de entrada del producto, t_{ent} (°C)	5
Proporción de embalaje, p_{emb} (%)	2
Masa de embalaje, m_{emb} (kg/día)	12,11065856
Masa total, m_{ent} (kg/día)	617,6435866
Calor por almacenamiento de fresco, q_{carg} (kJ/día)	6067,112951
Calor por congelación, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por almacenamiento de congelado, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por entrada de producto, q_{carg} (kJ/día)	6067,112951
2. 2. Calor generado por respiración de frutas y verduras	
a) Calor de respiración carga diaria	
C_{r1} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{rc} (kJ/día)	0
b) Calor respiración masa almacenada	
C_{r2} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{ra} (kJ/día)	0
Calor total por respiración, q_{resp} (kJ/día)	0
Calor por producto, q_{prod} (kJ/día)	6067,112951



3. Ganancia de calor por renovación de aire

Tipo de almacenamiento	FRESCO
Nº renovaciones/día aire interior, n_{ren}	11,24707931
Calor por renovación (aperturas puerta), q_{ren} (kJ/día)	36485,59747

4. Ganancia de calor por cargas internas

Horas trabajo personas en el interior, n_t (horas/día)	2
Horas de trabajo de compresores, n_c (horas/día)	18
4. 1. Iluminación:	
Potencia luces, P_{illum} (W)	162,4
Calor por luces, q_{i1} (kJ/día)	1169,28
4. 2. Ventiladores evaporadores:	
Potencia ventiladores, P_{vent} (W)	179,8005665
Calor por ventiladores, q_{i2} (kJ/día)	11651,07671
4. 3. Desescarches:	
Potencia resistencias, P_{res} (W)	44,95014162
Nº desescarches diarios, d_{dia}	8
duración desescarche, t_{des} (min)	20
Calor por desescarches, q_{i3} (kJ/día)	431,5213596
4. 4. Personas trabajando:	
Nº de personas trabajando, n_p	2
Potencia por persona, Q_{ocup} (W)	272
Calor por personas, q_{i4} (kJ/día)	3916,8
4. 5. Motores en el interior (si los hay):	
Potencia motores, p_{mot} (W)	0
Calor por motores, q_{i5} (kJ/día)	0
Calor por cargas internas, q_{int} (kJ/día)	17168,67807

5. Carga total cámara

Calor total cámara, q_{cam} (kJ/día)	116510,7671
Potencia cámara, P_{cam} (W)	1798,005665
Factor de seguridad, F_s	1,2
Potencia del equipo frigorífico, P_{eq} (W)	2157,606798



4.2.4. Cámara Lácteos

1. Ganancia de calor por transmisión

1. 1. Paredes:	
Superficie paredes, S_p (m ²)	78,6
Calor transmitido por paredes, q_p (kJ/día)	46945,80362
1. 2. Techo:	
Superficie techo, S_t (m ²)	42,34
Calor transmitido por techo, q_t (kJ/día)	24999,79006
1. 3. Suelo:	
Temperatura suelo, t_s (°C)	23
Superficie suelo, S_s (m ²)	42,34
Calor transmitido por suelo, q_s (kJ/día)	17568,01736
1. 4. Puerta: (integrada)	
Superficie puerta, S_{pt} (m ²)	0
Calor transmitido por puerta, q_{pt} (kJ/día)	0
Calor por transmisión, q_{tran} (kJ/día)	89513,61103

2. Carga debida al producto

2. 1. Carga por entrada de producto	
Renovación diaria, r_{dia} (%)	10
Rotación del producto, m_{prod} (kg/día)	2265,9224
Temperatura de entrada del producto, t_{ent} (°C)	5
Proporción de embalaje, p_{emb} (%)	2
Masa de embalaje, m_{emb} (kg/día)	45,318448
Masa total, m_{ent} (kg/día)	2311,240848
Calor por almacenamiento de fresco, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por congelación, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por almacenamiento de congelado, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por entrada de producto, q_{carg} (kJ/día)	0
2. 2. Calor generado por respiración de frutas y verduras	
a) Calor de respiración carga diaria	
C_{r1} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{rc} (kJ/día)	0
b) Calor respiración masa almacenada	
C_{r2} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{ra} (kJ/día)	0
Calor total por respiración, q_{resp} (kJ/día)	0
Calor por producto, q_{prod} (kJ/día)	0



3. Ganancia de calor por renovación de aire

Tipo de almacenamiento	FRESCO
Nº renovaciones/día aire interior, n_{ren}	6,472663165
Calor por renovación (aperturas puerta), q_{ren} (kJ/día)	51187,41235

4. Ganancia de calor por cargas internas

Horas trabajo personas en el interior, n_t (horas/día)	2
Horas de trabajo de compresores, n_c (horas/día)	18
4. 1. Iluminación:	
Potencia luces, P_{ilum} (W)	423,4
Calor por luces, q_{i1} (kJ/día)	3048,48
4. 2. Ventiladores evaporadores:	
Potencia ventiladores, P_{vent} (W)	253,5025885
Calor por ventiladores, q_{i2} (kJ/día)	16426,96773
4. 3. Desescarches:	
Potencia resistencias, P_{res} (W)	63,37564712
Nº desescarches diarios, d_{dia}	8
duración desescarche, t_{des} (min)	20
Calor por desescarches, q_{i3} (kJ/día)	608,4062123
4. 4. Personas trabajando:	
Nº de personas trabajando, n_p	2
Potencia por persona, Q_{ocup} (W)	242
Calor por personas, q_{i4} (kJ/día)	3484,8
4. 5. Motores en el interior (si los hay):	
Potencia motores, p_{mot} (W)	0
Calor por motores, q_{i5} (kJ/día)	0
Calor por cargas internas, q_{int} (kJ/día)	23568,65395

5. Carga total cámara

Calor total cámara, q_{cam} (kJ/día)	164269,6773
Potencia cámara, P_{cam} (W)	2535,025885
Factor de seguridad, F_s	1,2
Potencia del equipo frigorífico, P_{eq} (W)	3042,031062



4.2.5. Cámara Congelados

1. Ganancia de calor por transmisión

1. 1. Paredes:	
Superficie paredes, S_p (m ²)	68,4
Calor transmitido por paredes, q_p (kJ/día)	54211,70482
1. 2. Techo:	
Superficie techo, S_t (m ²)	28,08
Calor transmitido por techo, q_t (kJ/día)	22082,73942
1. 3. Suelo:	
Temperatura suelo, t_s (°C)	23
Superficie suelo, S_s (m ²)	28,08
Calor transmitido por suelo, q_s (kJ/día)	18808,12564
1. 4. Puerta: (integrada)	
Superficie puerta, S_{pt} (m ²)	0
Calor transmitido por puerta, q_{pt} (kJ/día)	0
Calor por transmisión, q_{tran} (kJ/día)	95102,56988

2. Carga debida al producto

2. 1. Carga por entrada de producto	
Renovación diaria, r_{dia} (%)	10
Rotación del producto, m_{prod} (kg/día)	1951,29
Temperatura de entrada del producto, t_{ent} (°C)	-18
Proporción de embalaje, p_{emb} (%)	2
Masa de embalaje, m_{emb} (kg/día)	39,0258
Masa total, m_{ent} (kg/día)	1990,3158
Calor por almacenamiento de fresco, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por congelación, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por almacenamiento de congelado, q_{carg} (kJ/día)	7986,739242
Calor por entrada de producto, q_{carg} (kJ/día)	7986,739242
2. 2. Calor generado por respiración de frutas y verduras	
a) Calor de respiración carga diaria	
C_{r1} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{rc} (kJ/día)	0
b) Calor respiración masa almacenada	
C_{r2} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{ra} (kJ/día)	0
Calor total por respiración, q_{resp} (kJ/día)	0
Calor por producto, q_{prod} (kJ/día)	7986,739242



3. Ganancia de calor por renovación de aire

Tipo de almacenamiento	CONGELADO
Nº renovaciones/día aire interior, n_{ren}	10,58486675
Calor por renovación (aperturas puerta), q_{ren} (kJ/día)	79110,81288

4. Ganancia de calor por cargas internas

Horas trabajo personas en el interior, n_t (horas/día)	2
Horas de trabajo de compresores, n_c (horas/día)	16
4. 1. Iluminación:	
Potencia luces, P_{ilum} (W)	280,8
Calor por luces, q_{i1} (kJ/día)	2021,76
4. 2. Ventiladores evaporadores:	
Potencia ventiladores, P_{vent} (W)	367,958686
Calor por ventiladores, q_{i2} (kJ/día)	21194,42032
4. 3. Desescarches:	
Potencia resistencias, P_{res} (W)	91,98967151
Nº desescarches diarios, d_{dia}	8
duración desescarche, t_{des} (min)	20
Calor por desescarches, q_{i3} (kJ/día)	883,1008465
4. 4. Personas trabajando:	
Nº de personas trabajando, n_p	2
Potencia por persona, Q_{ocup} (W)	392
Calor por personas, q_{i4} (kJ/día)	5644,8
4. 5. Motores en el interior (si los hay):	
Potencia motores, p_{mot} (W)	0
Calor por motores, q_{i5} (kJ/día)	0
Calor por cargas internas, q_{int} (kJ/día)	29744,08116

5. Carga total cámara

Calor total cámara, q_{cam} (kJ/día)	211944,2032
Potencia cámara, P_{cam} (W)	3679,58686
Factor de seguridad, F_s	1,2
Potencia del equipo frigorífico, P_{eq} (W)	4415,504233



4.2.6. Cámara Pescados

1. Ganancia de calor por transmisión

1. 1. Paredes:	
Superficie paredes, S_p (m ²)	67,8
Calor transmitido por paredes, q_p (kJ/día)	48282,78041
1. 2. Techo:	
Superficie techo, S_t (m ²)	27,3
Calor transmitido por techo, q_t (kJ/día)	19219,25287
1. 3. Suelo:	
Temperatura suelo, t_s (°C)	23
Superficie suelo, S_s (m ²)	27,3
Calor transmitido por suelo, q_s (kJ/día)	14474,04359
1. 4. Puerta: (integrada)	
Superficie puerta, S_{pt} (m ²)	0
Calor transmitido por puerta, q_{pt} (kJ/día)	0
Calor por transmisión, q_{tran} (kJ/día)	81976,07686

2. Carga debida al producto

2. 1. Carga por entrada de producto	
Renovación diaria, r_{dia} (%)	10
Rotación del producto, m_{prod} (kg/día)	1781,40732
Temperatura de entrada del producto, t_{ent} (°C)	2
Proporción de embalaje, p_{emb} (%)	2
Masa de embalaje, m_{emb} (kg/día)	35,6281464
Masa total, m_{ent} (kg/día)	1817,035466
Calor por almacenamiento de fresco, q_{carg} (kJ/día)	12456,14153
Calor por congelación, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por almacenamiento de congelado, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por entrada de producto, q_{carg} (kJ/día)	12456,14153
2. 2. Calor generado por respiración de frutas y verduras	
a) Calor de respiración carga diaria	
C_{r1} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{rc} (kJ/día)	0
b) Calor respiración masa almacenada	
C_{r2} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{ra} (kJ/día)	0
Calor total por respiración, q_{resp} (kJ/día)	0
Calor por producto, q_{prod} (kJ/día)	12456,14153



3. Ganancia de calor por renovación de aire

Tipo de almacenamiento	FRESCO
Nº renovaciones/día aire interior, n_{ren}	8,339660495
Calor por renovación (aperturas puerta), q_{ren} (kJ/día)	45937,68894

4. Ganancia de calor por cargas internas

Horas trabajo personas en el interior, n_t (horas/día)	2
Horas de trabajo de compresores, n_c (horas/día)	18
4. 1. Iluminación:	
Potencia luces, P_{ilum} (W)	273
Calor por luces, q_{i1} (kJ/día)	1965,6
4. 2. Ventiladores evaporadores:	
Potencia ventiladores, P_{vent} (W)	251,8118239
Calor por ventiladores, q_{i2} (kJ/día)	16317,40619
4. 3. Desescarches:	
Potencia resistencias, P_{res} (W)	62,95295598
Nº desescarches diarios, d_{dia}	8
duración desescarche, t_{des} (min)	20
Calor por desescarches, q_{i3} (kJ/día)	604,3483774
4. 4. Personas trabajando:	
Nº de personas trabajando, n_p	2
Potencia por persona, Q_{ocup} (W)	272
Calor por personas, q_{i4} (kJ/día)	3916,8
4. 5. Motores en el interior (si los hay):	
Potencia motores, p_{mot} (W)	0
Calor por motores, q_{i5} (kJ/día)	0
Calor por cargas internas, q_{int} (kJ/día)	22804,15457

5. Carga total cámara

Calor total cámara, q_{cam} (kJ/día)	163174,0619
Potencia cámara, P_{cam} (W)	2518,118239
Factor de seguridad, F_s	1,2
Potencia del equipo frigorífico, P_{eq} (W)	3021,741887



4.2.7. Cámara Fruta y Verdura

1. Ganancia de calor por transmisión

1. 1. Paredes:	
Superficie paredes, S_p (m^2)	69,6
Calor transmitido por paredes, q_p (kJ/día)	49564,62414
1. 2. Techo:	
Superficie techo, S_t (m^2)	32,2
Calor transmitido por techo, q_t (kJ/día)	22668,86236
1. 3. Suelo:	
Temperatura suelo, t_s ($^{\circ}C$)	23
Superficie suelo, S_s (m^2)	32,2
Calor transmitido por suelo, q_s (kJ/día)	17071,94884
1. 4. Puerta: (integrada)	
Superficie puerta, S_{pt} (m^2)	0
Calor transmitido por puerta, q_{pt} (kJ/día)	0
Calor por transmisión, q_{tran} (kJ/día)	89305,43534

2. Carga debida al producto

2. 1. Carga por entrada de producto	
Renovación diaria, r_{dia} (%)	10
Rotación del producto, m_{prod} (kg/día)	2022,879232
Temperatura de entrada del producto, t_{ent} ($^{\circ}C$)	5
Proporción de embalaje, p_{emb} (%)	2
Masa de embalaje, m_{emb} (kg/día)	40,45758464
Masa total, m_{ent} (kg/día)	2063,336817
Calor por almacenamiento de fresco, q_{carg} (kJ/día)	38811,36552
Calor por congelación, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por almacenamiento de congelado, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por entrada de producto, q_{carg} (kJ/día)	38811,36552
2. 2. Calor generado por respiración de frutas y verduras	
a) Calor de respiración carga diaria	
C_{r1} (kJ/kg·día)	1,254
Calor q_{rc} (kJ/día)	2587,424368
b) Calor respiración masa almacenada	
C_{r2} (kJ/kg·día)	11,704
Calor q_{ra} (kJ/día)	236757,7853
Calor total por respiración, q_{resp} (kJ/día)	239345,2097
Calor por producto, q_{prod} (kJ/día)	278156,5752



3. Ganancia de calor por renovación de aire

Tipo de almacenamiento	FRESCO
Nº renovaciones/día aire interior, n_{ren}	7,56832267
Calor por renovación (aperturas puerta), q_{ren} (kJ/día)	50093,35469

4. Ganancia de calor por cargas internas

Horas trabajo personas en el interior, n_t (horas/día)	2
Horas de trabajo de compresores, n_c (horas/día)	18
4. 1. Iluminación:	
Potencia luces, P_{illum} (W)	322
Calor por luces, q_{i1} (kJ/día)	2318,4
4. 2. Ventiladores evaporadores:	
Potencia ventiladores, P_{vent} (W)	729,6669512
Calor por ventiladores, q_{i2} (kJ/día)	47282,41843
4. 3. Desescarches:	
Potencia resistencias, P_{res} (W)	182,4167378
Nº desescarches diarios, d_{dia}	8
duración desescarche, t_{des} (min)	20
Calor por desescarches, q_{i3} (kJ/día)	1751,200683
4. 4. Personas trabajando:	
Nº de personas trabajando, n_p	2
Potencia por persona, Q_{ocup} (W)	272
Calor por personas, q_{i4} (kJ/día)	3916,8
4. 5. Motores en el interior (si los hay):	
Potencia motores, p_{mot} (W)	0
Calor por motores, q_{i5} (kJ/día)	0
Calor por cargas internas, q_{int} (kJ/día)	55268,81912

5. Carga total cámara

Calor total cámara, q_{cam} (kJ/día)	472824,1843
Potencia cámara, P_{cam} (W)	7296,669512
Factor de seguridad, F_s	1,2
Potencia del equipo frigorífico, P_{eq} (W)	8756,003414



4.2.8. Cámara Embutidos

1. Ganancia de calor por transmisión

1. 1. Paredes:

Superficie paredes, S_p (m ²)	59,4
Calor transmitido por paredes, q_p (kJ/día)	39571,75637

1. 2. Techo:

Superficie techo, S_t (m ²)	22,68
Calor transmitido por techo, q_t (kJ/día)	14936,65012

1. 3. Suelo:

Temperatura suelo, t_s (°C)	23
Superficie suelo, S_s (m ²)	22,68
Calor transmitido por suelo, q_s (kJ/día)	10978,97353

1. 4. Puerta: (integrada)

Superficie puerta, S_{pt} (m ²)	0
Calor transmitido por puerta, q_{pt} (kJ/día)	0

Calor por transmisión, q_{tran} (kJ/día)	65487,38002
--	-------------

2. Carga debida al producto

2. 1. Carga por entrada de producto

Renovación diaria, r_{dia} (%)	10
Rotación del producto, m_{prod} (kg/día)	1023,4153
Temperatura de entrada del producto, t_{ent} (°C)	5
Proporción de embalaje, p_{emb} (%)	2
Masa de embalaje, m_{emb} (kg/día)	20,468306
Masa total, m_{ent} (kg/día)	1043,883606
Calor por almacenamiento de fresco, q_{carg} (kJ/día)	7854,180252
Calor por congelación, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por almacenamiento de congelado, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por entrada de producto, q_{carg} (kJ/día)	7854,180252

2. 2. Calor generado por respiración de frutas y verduras

a) Calor de respiración carga diaria

C_{r1} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{rc} (kJ/día)	0

b) Calor respiración masa almacenada

C_{r2} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{ra} (kJ/día)	0
Calor total por respiración, q_{resp} (kJ/día)	0

Calor por producto, q_{prod} (kJ/día)	7854,180252
---	-------------



3. Ganancia de calor por renovación de aire

Tipo de almacenamiento	FRESCO
Nº renovaciones/día aire interior, n_{ren}	9,258352246
Calor por renovación (aperturas puerta), q_{ren} (kJ/día)	41034,77146

4. Ganancia de calor por cargas internas

Horas trabajo personas en el interior, n_t (horas/día)	2
Horas de trabajo de compresores, n_c (horas/día)	18
4. 1. Iluminación:	
Potencia luces, P_{ilum} (W)	226,8
Calor por luces, q_{i1} (kJ/día)	1632,96
4. 2. Ventiladores evaporadores:	
Potencia ventiladores, P_{vent} (W)	206,1867971
Calor por ventiladores, q_{i2} (kJ/día)	13360,90445
4. 3. Desescarches:	
Potencia resistencias, P_{res} (W)	51,54669926
Nº desescarches diarios, d_{dia}	8
duración desescarche, t_{des} (min)	20
Calor por desescarches, q_{i3} (kJ/día)	494,8483129
4. 4. Personas trabajando:	
Nº de personas trabajando, n_p	2
Potencia por persona, Q_{ocup} (W)	260
Calor por personas, q_{i4} (kJ/día)	3744
4. 5. Motores en el interior (si los hay):	
Potencia motores, p_{mot} (W)	0
Calor por motores, q_{i5} (kJ/día)	0
Calor por cargas internas, q_{int} (kJ/día)	19232,71276

5. Carga total cámara

Calor total cámara, q_{cam} (kJ/día)	133609,0445
Potencia cámara, P_{cam} (W)	2061,867971
Factor de seguridad, F_s	1,2
Potencia del equipo frigorífico, P_{eq} (W)	2474,241565



4.2.9. Cámara Cárnicos

1. Ganancia de calor por transmisión

1. 1. Paredes:	
Superficie paredes, S_p (m^2)	59,4
Calor transmitido por paredes, q_p (kJ/día)	42300,84301
1. 2. Techo:	
Superficie techo, S_t (m^2)	22,68
Calor transmitido por techo, q_t (kJ/día)	15966,76392
1. 3. Suelo:	
Temperatura suelo, t_s ($^{\circ}C$)	23
Superficie suelo, S_s (m^2)	22,68
Calor transmitido por suelo, q_s (kJ/día)	12024,59006
1. 4. Puerta: (integrada)	
Superficie puerta, S_{pt} (m^2)	0
Calor transmitido por puerta, q_{pt} (kJ/día)	0
Calor por transmisión, q_{tran} (kJ/día)	70292,19699

2. Carga debida al producto

2. 1. Carga por entrada de producto	
Renovación diaria, r_{dia} (%)	10
Rotación del producto, m_{prod} (kg/día)	1146,225136
Temperatura de entrada del producto, t_{ent} ($^{\circ}C$)	5
Proporción de embalaje, p_{emb} (%)	2
Masa de embalaje, m_{emb} (kg/día)	22,92450272
Masa total, m_{ent} (kg/día)	1169,149639
Calor por almacenamiento de fresco, q_{carg} (kJ/día)	18326,42059
Calor por congelación, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por almacenamiento de congelado, q_{carg} (kJ/día)	0
Calor por entrada de producto, q_{carg} (kJ/día)	18326,42059
2. 2. Calor generado por respiración de frutas y verduras	
a) Calor de respiración carga diaria	
C_{r1} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{rc} (kJ/día)	0
b) Calor respiración masa almacenada	
C_{r2} (kJ/kg·día)	0
Calor q_{ra} (kJ/día)	0
Calor total por respiración, q_{resp} (kJ/día)	0
Calor por producto, q_{prod} (kJ/día)	18326,42059



3. Ganancia de calor por renovación de aire

Tipo de almacenamiento	FRESCO
Nº renovaciones/día aire interior, n_{ren}	9,258352246
Calor por renovación (aperturas puerta), q_{ren} (kJ/día)	42477,73392

4. Ganancia de calor por cargas internas

Horas trabajo personas en el interior, n_t (horas/día)	2
Horas de trabajo de compresores, n_c (horas/día)	18
4. 1. Iluminación:	
Potencia luces, P_{ilum} (W)	226,8
Calor por luces, q_{i1} (kJ/día)	1632,96
4. 2. Ventiladores evaporadores:	
Potencia ventiladores, P_{vent} (W)	235,2722305
Calor por ventiladores, q_{i2} (kJ/día)	15245,64054
4. 3. Desescarches:	
Potencia resistencias, P_{res} (W)	58,81805763
Nº desescarches diarios, d_{dia}	8
duración desescarche, t_{des} (min)	20
Calor por desescarches, q_{i3} (kJ/día)	564,6533533
4. 4. Personas trabajando:	
Nº de personas trabajando, n_p	2
Potencia por persona, Q_{ocup} (W)	272
Calor por personas, q_{i4} (kJ/día)	3916,8
4. 5. Motores en el interior (si los hay):	
Potencia motores, p_{mot} (W)	0
Calor por motores, q_{i5} (kJ/día)	0
Calor por cargas internas, q_{int} (kJ/día)	21360,05389

5. Carga total cámara

Calor total cámara, q_{cam} (kJ/día)	152456,4054
Potencia cámara, P_{cam} (W)	2352,722305
Factor de seguridad, F_s	1,2
Potencia del equipo frigorífico, P_{eq} (W)	2823,266766



4.3. EVAPORADORES

4.3.1. Cámara Cocina

Humedad relativa del producto, ϕ (%)	80
Temperatura interior cámara, t_{alm} (°C)	0
Salto térmico en el evaporador, DT (°C)*	7,7
Temperatura evaporación, T_{evap} (°C)	-7,7
Presión de evaporación, p_{evap} (bar)	4,686
Recalentamiento útil, $\Delta T_{rec.útil}$ (°C)	5
Recalentamiento total, $\Delta T_{rec.total}$ (°C)	15
Potencia del evaporador, Q_0 (kW)	3,298626586
Calor intercambiado en el evaporador, q_0 (kJ/kg)	112,17
Gasto másico de refrigerante, m_r (kg/s)	0,029407387

4.3.2. Cámara Pan Congelado

Humedad relativa del producto, ϕ (%)	95
Temperatura interior cámara, t_{alm} (°C)	-20
Salto térmico en el evaporador, DT (°C)*	5
Temperatura evaporación, T_{evap} (°C)	-25
Presión de evaporación, p_{evap} (bar)	2,4989
Recalentamiento útil, $\Delta T_{rec.útil}$ (°C)	5
Recalentamiento total, $\Delta T_{rec.total}$ (°C)	15
Potencia del evaporador, Q_0 (kW)	2,784407482
Calor intercambiado en el evaporador, q_0 (kJ/kg)	101,39
Gasto másico de refrigerante, m_r (kg/s)	0,027462348



4.3.3. Cámara Panadería

Humedad relativa del producto, ϕ (%)	85
Temperatura interior cámara, t_{alm} (°C)	0
Salto térmico en el evaporador, DT (°C)*	6,6
Temperatura evaporación, T_{evap} (°C)	-6,6
Presión de evaporación, p_{evap} (bar)	4,8624
Recalentamiento útil, $\Delta T_{rec.útil}$ (°C)	5
Recalentamiento total, $\Delta T_{rec.total}$ (°C)	15
Potencia del evaporador, Q_0 (kW)	2,157606798
Calor intercambiado en el evaporador, q_0 (kJ/kg)	112,83
Gasto másico de refrigerante, m_r (kg/s)	0,019122634

4.3.4. Cámara Lácteos

Humedad relativa del producto, ϕ (%)	75
Temperatura interior cámara, t_{alm} (°C)	5
Salto térmico en el evaporador, DT (°C)*	9
Temperatura evaporación, T_{evap} (°C)	-4
Presión de evaporación, p_{evap} (bar)	5,299
Recalentamiento útil, $\Delta T_{rec.útil}$ (°C)	5
Recalentamiento total, $\Delta T_{rec.total}$ (°C)	15
Potencia del evaporador, Q_0 (kW)	3,042031062
Calor intercambiado en el evaporador, q_0 (kJ/kg)	114,49
Gasto másico de refrigerante, m_r (kg/s)	0,018755972

4.3.5. Cámara Congelados

Humedad relativa del producto, ϕ (%)	90
Temperatura interior cámara, t_{alm} (°C)	-20
Salto térmico en el evaporador, DT (°C)*	5,6
Temperatura evaporación, T_{evap} (°C)	-25,6
Presión de evaporación, p_{evap} (bar)	2,4407
Recalentamiento útil, $\Delta T_{rec.útil}$ (°C)	5
Recalentamiento total, $\Delta T_{rec.total}$ (°C)	15
Potencia del evaporador, Q_0 (kW)	4,415504233
Calor intercambiado en el evaporador, q_0 (kJ/kg)	101
Gasto másico de refrigerante, m_r (kg/s)	0,043717864



4.3.6. Cámara Pescados

Humedad relativa del producto, ϕ (%)	95
Temperatura interior cámara, t_{alm} (°C)	0
Salto térmico en el evaporador, DT (°C)*	5
Temperatura evaporación, T_{evap} (°C)	-5
Presión de evaporación, p_{evap} (bar)	5,1278
Recalentamiento útil, $\Delta T_{rec.útil}$ (°C)	5
Recalentamiento total, $\Delta T_{rec.total}$ (°C)	15
Potencia del evaporador, Q_0 (kW)	3,021741887
Calor intercambiado en el evaporador, q_0 (kJ/kg)	113,78
Gasto másico de refrigerante, m_r (kg/s)	0,02655776

4.3.7. Cámara Fruta y Verdura

Humedad relativa del producto, ϕ (%)	90
Temperatura interior cámara, t_{alm} (°C)	0
Salto térmico en el evaporador, DT (°C)*	5,6
Temperatura evaporación, T_{evap} (°C)	-5,6
Presión de evaporación, p_{evap} (bar)	5,027
Recalentamiento útil, $\Delta T_{rec.útil}$ (°C)	5
Recalentamiento total, $\Delta T_{rec.total}$ (°C)	15
Potencia del evaporador, Q_0 (kW)	8,756003414
Calor intercambiado en el evaporador, q_0 (kJ/kg)	113,42
Gasto másico de refrigerante, m_r (kg/s)	0,077199818

4.3.8. Cámara Embutidos

Humedad relativa del producto, ϕ (%)	80
Temperatura interior cámara, t_{alm} (°C)	2
Salto térmico en el evaporador, DT (°C)*	7,7
Temperatura evaporación, T_{evap} (°C)	-5,7
Presión de evaporación, p_{evap} (bar)	5,0104
Recalentamiento útil, $\Delta T_{rec.útil}$ (°C)	5
Recalentamiento total, $\Delta T_{rec.total}$ (°C)	15
Potencia del evaporador, Q_0 (kW)	2,474241565
Calor intercambiado en el evaporador, q_0 (kJ/kg)	113,36
Gasto másico de refrigerante, m_r (kg/s)	0,021826408



4.3.9. Cámara Cárnicos

Humedad relativa del producto, ϕ (%)	90
Temperatura interior cámara, t_{alm} (°C)	0
Salto térmico en el evaporador, DT (°C)*	5,6
Temperatura evaporación, T_{evap} (°C)	-5,6
Presión de evaporación, p_{evap} (bar)	5,027
Recalentamiento útil, $\Delta T_{rec.útil}$ (°C)	5
Recalentamiento total, $\Delta T_{rec.total}$ (°C)	15
Potencia del evaporador, Q_0 (kW)	2,823266766
Calor intercambiado en el evaporador, q_0 (kJ/kg)	113,42
Gasto másico de refrigerante, m_r (kg/s)	0,024892142



4.4. CONDENSADORES

A continuación se detallan los resultados obtenidos mediante el procedimiento del apartado 5.2 *CONDENSADORES* para el condensador positivo y negativo.

4.4.1. Condensador positivo

Tipo de condensador:	Refrigeración por aire
Temperatura aire entrada condensador (°C)	31
Salto térmico en el condensador (°C)	15
Temperatura condensación (°C)	46
Presión de condensación (bar)	20,932
Subenfriamiento (°C)	10
Entalpía líquido (KJ/Kg)	256,06
Entalpía descarga (KJ/Kg)	417,04
Calor intercambiado en el condensador (kJ/kg)	160,98
Gasto másico de refrigerante (kg/s)	0,50
Potencia condensador (kW)	80,66

4.4.2. Condensador negativo

Tipo de condensador:	Refrigeración por aire
Temperatura aire entrada condensador (°C)	31
Salto térmico en el condensador (°C)	15
Temperatura condensación (°C)	46
Presión de condensación (bar)	20,93
Subenfriamiento (°C)	10
Entalpía líquido (KJ/Kg)	256,06
Entalpía descarga (KJ/Kg)	434,38
Calor intercambiado en el condensador (kJ/kg)	178,32
Gasto másico de refrigerante (kg/s)	0,14
Potencia condensador (kW)	25,34



4.5. CENTRAL DE COMPRESORES

A continuación se detallan los resultados obtenidos mediante el procedimiento del apartado 5.3 *CENTRAL DE COMPRESORES* para la central positiva y negativa de compresores

4.5.1. Central de compresores positiva

Potencia frigorífica (KW)	56,83
Temperatura de evaporación (°C)	-5,6
Presión de aspiración (bar)	5,027
Presión de descarga (bar)	20,932
Caudal masico aspiración (kg/s)	0,50
Volumen específico aspiración (m ³ /kg)	0,0431
Entalpía aspiración (KJ/Kg)	378,37
Entalpía descarga (KJ/Kg)	417,04
Relación de compresión	4,16
Rendimiento volumétrico	0,79
Volumen aspirado (m ³ /h)	77,69
Volumen barrido (m ³ /h)	98,11
Potencia real compresión (kW)	19,38
Rendimiento mecánico del compresor	0,875
Potencia mecánica accionamiento compresor (kW)	22,14
Rendimiento motor eléctrico	0,925
Potencia motor eléctrico central (kW)	23,94

4.5.2. Central de compresores negativa

Potencia frigorífica (KW)	14,41
Temperatura de evaporación (°C)	-25,6
Presión de aspiración (bar)	2,44
Presión de descarga (bar)	20,93
Caudal masico aspiración (kg/s)	0,14
Volumen específico aspiración (m ³ /kg)	0,0863
Entalpía aspiración (KJ/Kg)	365,29
Entalpía descarga (KJ/Kg)	434,38
Relación de compresión	8,58
Rendimiento volumétrico	0,57
Volumen aspirado (m ³ /h)	44,16
Volumen barrido (m ³ /h)	77,33
Potencia real compresión (kW)	9,82
Rendimiento mecánico del compresor	0,875
Potencia mecánica accionamiento compresor (kW)	11,22
Rendimiento motor eléctrico	0,925
Potencia motor eléctrico central (kW)	12,13



4.6. DIMENSIONES TUBERÍAS TRAZADO FRIGORÍFICO

4.6.1. Datos de partida

		P (bar)	T (°C)	Volumen específico (m ³ /kg)	Densidad (Kg/m ³)	Viscosidad (kg/m·s)	h (kJ/kg)	h4 (Kj/Kg)	h5 (kj/kg)	Dh (Kj/Kg)	Velocidad diseño (m/s)	DP max diseño (bar)
POSITIVA	ASPIRACIÓN	5,027	9,488	0,04307	23,22	1,199E-05	378,37				2,5-14	0,147
	DESCARGA	20,932	71,632	0,01056	94,70	1,459E-05	417,04	256,06	369,48	113,42	2,5-14	0,475
	LÍQUIDO	20,932	35,728	0,00109	917,43	1,183E-04	256,06				< 1	0,475
NEGATIVA	ASPIRACIÓN	2,44	-10,528	0,08632	11,58	1,119E-05	365,29				2,5-14	0,147
	DESCARGA	20,93	86,814	0,01163	85,98	1,527E-05	434,38	256,06	357,45	101,39	2,5-14	0,475
	LÍQUIDO	20,93	35,728	0,00109	917,43	1,183E-04	256,06				< 1	0,475

4.6.2. Línea de líquido positiva

Servicio	Tramo de	Tramo a	Potencia frigorífica (KW)	Caudal másico (Kg/s)	Tubería líquido	Velocidad (m/s)	DP (bar)	DP hasta central (bar)
LÍNEA 1								
M.Embutidos 1	ME1	1	2,69	0,0237	3/8"	0,525	0,0181	0,2448
M.Embutidos 2	ME2	1	2,69	0,0237	3/8"	0,525	0,0049	0,2316
M.Carnicos 1	MC1	2	2,69	0,0237	3/8"	0,525	0,0049	0,2163
M.Carnicos 2	MC2	3	2,69	0,0237	3/8"	0,525	0,0049	0,1915
Tramo	1	2	5,38	0,0474	1/2"	0,534	0,0153	0,2267
Tramo	2	3	8,07	0,0712	1/2"	0,801	0,0248	0,2114
Tramo	3	4	10,76	0,0949	5/8"	0,647	0,0069	0,1866
M.Verduras 1	MV1	8	1,35	0,0119	1/4"	0,732	0,0486	0,2815
M.Verduras 2	MV2	8	2,69	0,0237	3/8"	0,525	0,0049	0,2379
M.Verduras 3	MV3	9	2,69	0,0237	3/8"	0,525	0,0049	0,2044
Tramo	8	9	4,04	0,0356	3/8"	0,788	0,0334	0,2330
Tramo	9	4	6,73	0,0593	1/2"	0,668	0,0199	0,1996
Tramo	4	5	17,49	0,1542	3/4"	0,736	0,0420	0,1797
V.Carnicos 1	VC1	10	0,61	0,0053	1/4"	0,328	0,0081	0,2821
V.Carnicos 2	VC2	10	0,81	0,0071	1/4"	0,437	0,0067	0,2807
V.Embutidos 1	VE1	11	1,00	0,0089	1/4"	0,545	0,0099	0,2024
V.Embutidos 2	VE2	12	1,00	0,0089	1/4"	0,545	0,0099	0,1895
Tramo	10	11	1,41	0,0124	1/4"	0,765	0,0814	0,2740
Tramo	11	12	2,41	0,0213	3/8"	0,471	0,0129	0,1925
Tramo	12	5	3,42	0,0301	3/8"	0,667	0,0420	0,1796
Tramo	5	6	20,91	0,1843	7/8"	0,626	0,0197	0,1376
M.Lacteos 1	ML1	13	1,35	0,0119	1/4"	0,732	0,0603	0,2693
M.Lacteos 2	ML2	13	2,69	0,0237	3/8"	0,525	0,0049	0,2139
M.Lacteos 3	ML3	14	2,69	0,0237	3/8"	0,525	0,0049	0,1775
Tramo	13	14	4,04	0,0356	3/8"	0,788	0,0365	0,2090
Tramo	14	6	6,73	0,0593	1/2"	0,668	0,0547	0,1726
Tramo	6	7	27,64	0,2437	7/8"	0,827	0,1179	0,1179
LÍNEA 2								
C.Frutas	CF	1	10,45	0,0921	5/8"	0,628	0,0346	0,1795
C.Pescado	CPE	5	3,38	0,0298	3/8"	0,659	0,0125	0,1867
C.Embutidos	CE	5	2,61	0,0230	3/8"	0,509	0,0046	0,1788
C.Carnicos	CC	6	3,38	0,0298	3/8"	0,659	0,0110	0,1695
Tramo	5	6	5,99	0,0528	1/2"	0,595	0,0157	0,1742
Tramo	6	1	9,37	0,0826	1/2"	0,931	0,0136	0,1585
Tramo	1	2	19,82	0,1747	3/4"	0,834	0,0800	0,1449
C.Panaderia	CPA	7	2,61	0,0230	3/8"	0,509	0,0565	0,1368
C.Lacteos	CL	7	3,38	0,0298	3/8"	0,659	0,0110	0,0913
Tramo	7	2	5,99	0,0528	1/2"	0,595	0,0153	0,0802
Tramo	2	3	25,81	0,2276	7/8"	0,772	0,0124	0,0649
C.Cocina	CCO	3	3,38	0,0298	3/8"	0,659	0,0625	0,1150
Tramo	3	4	29,19	0,2574	7/8"	0,874	0,0525	0,0525



4.6.3. Línea de aspiración positiva

Servicio	Tramo de	Tramo a	Potencia frigorífica (KW)	Caudal másico (Kg/s)	Tubería aspiración	Velocidad (m/s)	DP (bar)	DP hasta central (bar)
LÍNEA 1								
M.Embutidos 1	ME1	1	2,69	0,0237	5/8"	6,387	0,0268	0,1374
M.Embutidos 2	ME2	1	2,69	0,0237	5/8"	6,387	0,0072	0,1179
M.Carnicos 1	MC1	2	2,69	0,0237	5/8"	6,387	0,0072	0,1121
M.Carnicos 2	MC2	3	2,69	0,0237	5/8"	6,387	0,0072	0,1027
Tramo	1	2	5,38	0,0474	1 1/8"	3,685	0,0057	0,1106
Tramo	2	3	8,07	0,0712	1 1/8"	5,527	0,0095	0,1049
Tramo	3	4	10,76	0,0949	1 1/8"	7,369	0,0089	0,0955
M.Verduras 1	MV1	8	1,35	0,0119	1/2"	5,298	0,0202	0,1354
M.Verduras 2	MV2	8	2,69	0,0237	1/2"	10,556	0,0248	0,1400
M.Verduras 3	MV3	9	2,69	0,0237	1/2"	10,556	0,0248	0,1188
Tramo	8	9	4,04	0,0356	3/4"	6,720	0,0211	0,1152
Tramo	9	4	6,73	0,0593	1 1/8"	4,609	0,0075	0,0940
Tramo	4	5	17,49	0,1542	1 5/8"	5,626	0,0207	0,0865
V.Carnicos 1	VC1	10	0,61	0,0053	3/8"	4,664	0,0166	0,1378
V.Carnicos 2	VC2	10	0,81	0,0071	3/8"	6,205	0,0140	0,1351
V.Embutidos 1	VE1	11	1,00	0,0089	3/8"	7,739	0,0210	0,1321
V.Embutidos 2	VE2	12	1,00	0,0089	3/8"	7,739	0,0210	0,1132
Tramo	10	11	1,41	0,0124	5/8"	3,348	0,0100	0,1211
Tramo	11	12	2,41	0,0213	5/8"	5,732	0,0190	0,1111
Tramo	12	5	3,42	0,0301	3/4"	5,685	0,0264	0,0922
Tramo	5	6	20,91	0,1843	1 5/8"	6,726	0,0224	0,0658
M.Lacteos 1	ML1	13	1,35	0,0119	1/2"	5,298	0,0250	0,1122
M.Lacteos 2	ML2	13	2,69	0,0237	1/2"	10,556	0,0248	0,1119
M.Lacteos 3	ML3	14	2,69	0,0237	1/2"	10,556	0,0248	0,0889
Tramo	13	14	4,04	0,0356	3/4"	6,720	0,0231	0,0872
Tramo	14	6	6,73	0,0593	1 1/8"	4,609	0,0207	0,0641
Tramo	6	7	27,64	0,2437	2 1/8"	5,044	0,0434	0,0434
LÍNEA 2								
C.Frutas	CF	1	10,45	0,0921	1 1/8"	7,157	0,0449	0,1233
C.Pescado	CPE	5	3,38	0,0298	5/8"	8,026	0,0187	0,1248
C.Embutidos	CE	5	2,61	0,0230	1/2"	10,242	0,0234	0,1295
C.Carnicos	CC	6	3,38	0,0298	1/2"	13,264	0,0569	0,1406
Tramo	5	6	5,99	0,0528	7/8"	7,084	0,0224	0,1061
Tramo	6	1	9,37	0,0826	1 1/8"	6,417	0,0052	0,0836
Tramo	1	2	19,82	0,1747	1 5/8"	6,376	0,0396	0,0784
C.Panaderia	CPA	7	2,61	0,0230	3/4"	4,341	0,0351	0,1243
C.Lacteos	CL	7	3,38	0,0298	1/2"	13,264	0,0569	0,1462
Tramo	7	2	5,99	0,0528	3/4"	9,963	0,0505	0,0893
Tramo	2	3	25,81	0,2276	1 5/8"	8,302	0,0142	0,0388
C.Cocina	CCO	3	3,38	0,0298	5/8"	8,026	0,0936	0,1182
Tramo	3	4	29,19	0,2574	2 1/8"	5,328	0,0246	0,0246

4.6.4. Línea de descarga positiva

Servicio	Tramo de	Tramo a	Potencia frigorífica (KW)	Caudal másico (Kg/s)	Tubería descarga	Velocidad (m/s)	DP (bar)
COMP-COND	D1	D2	69,12	0,6095	1 3/8"	7,797	0,1937
COND-RECIP	D2	D3	56,83	0,5010	1 3/8"	6,410	0,1001



4.6.5. Línea de líquido negativa

Servicio	Tramo de	Tramo a	Potencia frigorífica (KW)	Caudal másico (Kg/s)	Tubería Líquido	Velocidad (m/s)	DP (bar)	DP hasta central (bar)
Isla.Cabezera 1	IC1	1	0,53	0,0052	3/8"	0,115	0,0009	0,374
Isla.Lineal 1	IL1	1	1,05	0,0104	3/8"	0,230	0,0011	0,374
Isla.Lineal 2	IL2	2	1,05	0,0104	3/8"	0,230	0,0011	0,366
Isla.Cabezera 2	IC2	3	0,53	0,0052	3/8"	0,115	0,0003	0,356
Tramo	1	2	1,58	0,0156	3/8"	0,345	0,0081	0,373
Tramo	2	3	2,64	0,0260	3/8"	0,575	0,0098	0,365
Tramo	3	4	3,16	0,0312	3/8"	0,691	0,0264	0,355
Isla.Cabezera 3	IC3	8	0,53	0,0052	3/8"	0,115	0,0009	0,356
Isla.Lineal 3	IL3	8	1,05	0,0104	3/8"	0,230	0,0011	0,356
Isla.Lineal 4	IL4	9	1,05	0,0104	3/8"	0,230	0,0011	0,348
Isla.Cabezera 4	IC4	10	0,53	0,0052	3/8"	0,115	0,0005	0,338
Tramo	8	9	1,58	0,0156	3/8"	0,345	0,0081	0,355
Tramo	9	10	2,64	0,0260	3/8"	0,575	0,0098	0,347
Tramo	10	4	3,16	0,0312	3/8"	0,691	0,0080	0,337
Tramo	4	5	6,33	0,0624	1/2"	0,703	0,1105	0,329
C.Congelados	CCON	5	4,44	0,0438	3/8"	0,969	0,1602	0,379
Tramo	5	6	10,77	0,1062	5/8"	0,724	0,0325	0,219
C.Cong.Pan	CCP	6	3,64	0,0359	3/8"	0,794	0,0945	0,281
Tramo	6	7	14,41	0,1421	5/8"	0,969	0,1860	0,186

4.6.6. Línea de aspiración negativa

Servicio	Tramo de	Tramo a	Potencia frigorífica (KW)	Caudal másico (Kg/s)	Tubería aspiración	Velocidad (m/s)	DP (bar)	DP hasta central (bar)
Isla.Cabezera 1	IC1	1	0,53	0,0052	1/2"	4,656	0,0080	0,122
Isla.Lineal 1	IL1	1	1,05	0,0104	1/2"	9,264	0,0107	0,125
Isla.Lineal 2	IL2	2	1,05	0,0104	1/2"	9,264	0,0107	0,101
Isla.Cabezera 2	IC2	3	0,53	0,0052	1/2"	4,656	0,0031	0,082
Tramo	1	2	1,58	0,0156	5/8"	8,423	0,0233	0,114
Tramo	2	3	2,64	0,0260	3/4"	9,827	0,0121	0,091
Tramo	3	4	3,16	0,0312	7/8"	8,390	0,0143	0,078
Isla.Cabezera 3	IC3	8	0,53	0,0052	1/2"	4,656	0,0077	0,098
Isla.Lineal 3	IL3	8	1,05	0,0104	1/2"	9,264	0,0107	0,101
Isla.Lineal 4	IL4	9	1,05	0,0104	1/2"	9,264	0,0107	0,091
Isla.Cabezera 4	IC4	10	0,53	0,0052	1/2"	4,656	0,0046	0,073
Tramo	8	9	1,58	0,0156	3/4"	5,900	0,0098	0,090
Tramo	9	10	2,64	0,0260	3/4"	9,827	0,0121	0,081
Tramo	10	4	3,16	0,0312	7/8"	8,390	0,0043	0,068
Tramo	4	5	6,33	0,0624	1 3/8"	6,527	0,0315	0,064
C.Congelados	CCON	5	4,44	0,0438	1 1/8"	6,818	0,0233	0,056
Tramo	5	6	10,77	0,1062	1 5/8"	7,766	0,0133	0,033
C.Cong.Pan	CCP	6	3,64	0,0359	3/4"	13,574	0,1186	0,138
Tramo	6	7	14,41	0,1421	2 1/8"	5,896	0,0193	0,019

4.6.7. Línea de descarga negativa

Servicio	Tramo de	Tramo a	Potencia frigorífica (KW)	Caudal másico (Kg/s)	Tubería descarga	Velocidad (m/s)	DP (bar)
COMP-COND	D1	D2	26,5400	0,2618	7/8"	9,481	0,3233
COND-RECIP	D2	D3	14,4088	0,1421	7/8"	5,147	0,0762



4.7. RECIPIENTE DE LÍQUIDO

4.7.1. VOLUMEN REFRIGERANTE

4.7.1.1. Central Positiva

LINEA 1 POSITIVA								
TRAMO	LONGITUD (m)	TUBERÍA LÍQUIDO	D.INTERIOR (mm)	VOLUMEN (dm ³).	TUBERÍA ASPIRACIÓN	D.INTERIOR (mm).	VOLUMEN (dm ³)	
1	3,7	3/8"	7,92	0,18	5/8"	14,27	0,59	
2	1	3/8"	7,92	0,05	5/8"	14,27	0,16	
3	1	3/8"	7,92	0,05	5/8"	14,27	0,16	
4	1	3/8"	7,92	0,05	5/8"	14,27	0,16	
5	4,6	1/2"	11,1	0,44	1 1/8"	26,57	2,55	
6	3,6	1/2"	11,1	0,35	1 1/8"	26,57	2,00	
7	2	5/8"	14,27	0,32	1 1/8"	26,57	1,11	
8	2,9	1/4"	4,75	0,05	1/2"	11,1	0,28	
9	1	3/8"	7,92	0,05	1/2"	11,1	0,10	
10	1	3/8"	7,92	0,05	1/2"	11,1	0,10	
11	3,3	3/8"	7,92	0,16	3/4"	17,05	0,75	
12	4	1/2"	11,1	0,39	1 1/8"	26,57	2,22	
13	12	3/4"	17,05	2,74	1 5/8"	38,77	14,16	
14	2	1/4"	4,75	0,04	3/8"	7,92	0,10	
15	1	1/4"	4,75	0,02	3/8"	7,92	0,05	
16	1	1/4"	4,75	0,02	3/8"	7,92	0,05	
17	1	1/4"	4,75	0,02	3/8"	7,92	0,05	
18	4,5	1/4"	4,75	0,08	5/8"	14,27	0,72	
19	3,2	3/8"	7,92	0,16	5/8"	14,27	0,51	
20	5,6	3/8"	7,92	0,28	3/4"	17,05	1,28	
21	9,3	7/8"	20,22	2,98	1 5/8"	38,77	10,97	
22	3,6	1/4"	4,75	0,06	1/2"	11,1	0,35	
23	1	3/8"	7,92	0,05	1/2"	11,1	0,10	
24	1	3/8"	7,92	0,05	1/2"	11,1	0,10	
25	3,6	3/8"	7,92	0,18	3/4"	17,05	0,82	
26	11	1/2"	11,1	1,06	1 1/8"	26,57	6,10	
27	33,5	7/8"	20,22	10,75	2 1/8"	51,47	69,67	
TOTAL				20,62	TOTAL 115,18			

LINEA 2 POSITIVA								
TRAMO	LONGITUD (m)	TUBERÍA LÍQUIDO	D.INTERIOR (mm)	VOLUMEN (dm ³)	TUBERÍA ASPIRACIÓN	D.INTERIOR (mm).	VOLUMEN (dm ³).	
1	10,6	5/8"	14,27	1,69	1 1/8"	26,57	5,87	
2	1,7	3/8"	7,92	0,08	5/8"	14,27	0,27	
3	1	3/8"	7,92	0,05	1/2"	11,1	0,10	
4	1,5	3/8"	7,92	0,07	1/2"	11,1	0,15	
5	3,9	1/2"	11,1	0,38	7/8"	20,22	1,25	
6	1,5	1/2"	11,1	0,15	1 1/8"	26,57	0,83	
7	18,2	3/4"	17,05	4,15	1 5/8"	38,77	21,47	
8	12,2	3/8"	7,92	0,60	3/4"	17,05	2,78	
9	1,5	3/8"	7,92	0,07	1/2"	11,1	0,15	
10	3,8	1/2"	11,1	0,37	3/4"	17,05	0,87	
11	4	7/8"	20,22	1,28	1 5/8"	38,77	4,72	
12	8,5	3/8"	7,92	0,42	5/8"	14,27	1,36	
13	13,5	7/8"	20,22	4,33	2 1/8"	51,47	28,07	
TOTAL				13,65	TOTAL 67,90			



LINEA DESCARGA POSITIVA				
TRAMO	LONGITUD (m)	TUBERÍA DESCARGA	D.INTERIOR (mm)	VOLUMEN (dm ³)
1	14	1 3/8"	32,42	11,55
2	10,5	1 3/8"	32,42	8,66
TOTAL				20,21

EVAPORADORES POSITIVA			
EVAPORADOR	UNIDADES	VOLUMEN / UD. (dm ³)	VOLUMEN (dm ³)
FRIMETAL ECM 150-E	2	2,6	5,2
FRIMETAL ECM 200-E	4	4,7	18,8
FRIMETAL ECM 530-E	1	8,8	8,8
Rossini RC RCB 1,875	1	2,6	2,6
Rossini RC RCB 2,5	1	3,8	3,8
Rossini RC RCB 3,125	2	4,7	9,4
GranVista 22 Narrow 1,875	2	9,1	18,2
GranVista 22 Narrow 3,75	8	12,7	101,6
TOTAL			168,40

CONDENSADOR POSITIVA			
CONDENSADOR	UNIDADES	VOLUMEN / UD. (dm ³)	VOLUMEN (dm ³)
CBS 195	1	91,3	91,3
TOTAL			91,30



4.7.1.2. Central Negativa

LINEAS NEGATIVA							
TRAMO	LONGITUD (m)	TUBERÍA LÍQUIDO	D.INTERIOR (mm)	VOLUMEN (dm ³).	TUBERÍA ASPIRACIÓN	D.INTERIOR. (mm)	VOLUMEN (dm ³)
1	2,6	3/8"	7,92	0,13	1/2"	11,1	0,25
2	1	3/8"	7,92	0,05	1/2"	11,1	0,10
3	1	3/8"	7,92	0,05	1/2"	11,1	0,10
4	1	3/8"	7,92	0,05	1/2"	11,1	0,10
5	3,5	3/8"	7,92	0,17	5/8"	14,27	0,56
6	1,7	3/8"	7,92	0,08	3/4"	17,05	0,39
7	3,3	3/8"	7,92	0,16	7/8"	20,22	1,06
8	2,5	3/8"	7,92	0,12	1/2"	11,1	0,24
9	1	3/8"	7,92	0,05	1/2"	11,1	0,10
10	1	3/8"	7,92	0,05	1/2"	11,1	0,10
11	1,5	3/8"	7,92	0,07	1/2"	11,1	0,15
12	3,5	3/8"	7,92	0,17	3/4"	17,05	0,80
13	1,7	3/8"	7,92	0,08	3/4"	17,05	0,39
14	1	3/8"	7,92	0,05	7/8"	20,22	0,32
15	20,3	1/2"	11,1	1,96	1 3/8"	32,42	16,75
16	10,9	3/8"	7,92	0,54	1 1/8"	26,57	6,04
17	7,71	5/8"	14,27	1,23	1 5/8"	38,77	9,10
18	9,2	3/8"	7,92	0,45	3/4"	17,05	2,10
19	26	5/8"	14,27	4,16	2 1/8"	51,47	54,07
TOTAL				9,64	TOTAL		92,69

LINEA DESCARGA NEGATIVA				
TRAMO	LONGITUD (m)	TUBERÍA DESCARGA	D.INTERIOR. (mm)	VOLUMEN (dm ³)
1	10	7/8"	20,22	3,21
2	7,5	7/8"	20,22	2,41
TOTAL				5,62

EVAPORADORES NEGATIVA			
EVAPORADOR	UNIDADES	VOLUMEN / UD. (dm ³)	VOLUMEN (dm ³)
FRIMETAL ECB 275-E	1	5,5	5,5
FRIMETAL ECB 320-E	1	7,3	7,3
Tortuga 1800MT	4	3,8	15,2
Tortuga 1800	4	7,6	30,4
TOTAL			58,40



CONDENSADOR NEGATIVA			
CONDENSADOR	UNIDADES	VOLUMEN / UD. (dm ³)	VOLUMEN (dm ³)
CBS 51	1	17,4	17,4
TOTAL			17,40

4.7.2. MASA DE REFRIGERANTE

4.7.2.1. Central Positiva

	RECIPIENTE LÍQUIDO POSITIVA		
	VOLUMEN (dm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	MASA (Kg)
LINEA LIQUIDO POSITIVA 1	20,62	917,43	18,92
LINEA LIQUIDO POSITIVA 2	13,65	917,43	12,53
LINEA ASPIRACIÓN POSITIVA 1	115,18	23,22	2,67
LINEA ASPIRACIÓN POSITIVA 2	67,90	23,22	1,58
LINEA DESCARGA POSITIVA	20,21	94,70	1,91
EVAPORADORES POSITIVA	56,13	1186,40	66,60
CONDENSADOR POSITIVA	30,43	930,40	28,32
TOTAL (Kg)			132,52
TOTAL + 20% (Kg)			159,03
V. RECIPIENTE (litros)			173,34

4.7.2.2. Central Negativa

	RECIPIENTE LÍQUIDO NEGATIVA		
	VOLUMEN (dm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	MASA (Kg)
LINEA LÍQUIDO NEGATIVA	9,64	917,43	8,84
LINEA ASPIRACIÓN NEGATIVA	92,69	11,58	1,07
LINEA DESCARGA NEGATIVA	5,62	85,98	0,48
EVAPORADORES NEGATIVA	19,47	1267,50	24,67
CONDENSADORES NEGATIVA	5,80	930,40	5,40
TOTAL (Kg)			40,47
TOTAL + 20% (Kg)			48,56
V. RECIPIENTE (litros)			52,93



5. ANEXOS

5.1. CONDUCTIVIDAD AISLANTES

Material	k (W/m°C)
Corcho planchas	0,0476
Lana de vidrio/roca	0,041
Poliestireno planchas	0,036
Polisocianurato	0,034
Poliuretano expandido	0,0278

5.2. CARACTERÍSTICAS ALIMENTOS

Alimentos	Temp. Conservación (°C)	Humedad relativa (%)	Contenido agua (%)	Punto de congelación (°C)	Calor esp. Antes cong. (KJ/KG/°C)	Calor esp. Después cong. (KJ/KG/°C)	Calor Latente (KJ/Kg)	Calor1 (frio) respiración (KJ/Tm/24h)	Calor2 (amb) respiración (KJ/Tm/24h)	Densidad neta carga (Kg/m3)
Carne en general	0	90	65	-2,2	3,14	1,67	217	0	0	280
Congelados general	-20	90			3,68	2,01	235	0	0	400
Embutidos	2	80	45	-1	2,51	1,46	188	0	0	250
Frescos (Restaurante)	0	80			3,22	1,76	235	0	0	300
Frutas general	0	90			3,76	2,01	284	1254	11704	320
Lacteos y quesos	5	75	80	-0,5	3,34	1,71	317	0	0	250
Pan	0	85	31	-2	1,96	1,17	113	0	0	220
Pan congelado	-20	95	31	-2	1,96	1,17	113	0	0	300
Pescado Fresco	0	95	70	-2,2	3,43	1,71	242	0	0	350



5.3. COEFICIENTES DE CAPACIDAD

$V_{int} (m^3)$	K	$V_{int} (m^3)$.	K.	$V_{int} (m^3)$,	$K,$
0	0,600	210	1,004	1200	1,168
5	0,610	220	1,008	1300	1,172
10	0,620	230	1,012	1400	1,176
15	0,630	240	1,016	1500	1,180
20	0,640	250	1,020	1600	1,184
25	0,650	260	1,024	1700	1,188
30	0,660	270	1,028	1800	1,192
35	0,670	280	1,032	1900	1,196
40	0,680	290	1,036	2000	1,200
45	0,690	300	1,040	2100	1,204
50	0,700	310	1,044	2200	1,208
55	0,710	320	1,048	2300	1,212
60	0,720	330	1,052	2400	1,216
65	0,730	340	1,056	2500	1,220
70	0,740	350	1,060	2600	1,224
75	0,750	360	1,064	2700	1,228
80	0,760	370	1,068	2800	1,232
85	0,770	380	1,072	2900	1,236
90	0,780	390	1,076	3000	1,240
95	0,790	400	1,080	3100	1,244
100	0,800	410	1,084	3200	1,248
105	0,810	420	1,088	3300	1,252
110	0,820	430	1,092	3400	1,256
115	0,830	440	1,096	3500	1,260
120	0,840	450	1,100	3600	1,264
125	0,850	460	1,104	3700	1,268
130	0,860	470	1,108	3800	1,272
135	0,870	480	1,112	3900	1,276
140	0,880	490	1,116	4000	1,280
145	0,890	500	1,120	4100	1,284
150	0,900	550	1,124	4200	1,288
155	0,910	600	1,128	4300	1,292
160	0,920	650	1,132	4400	1,296
165	0,930	700	1,136	4500	1,300
170	0,940	750	1,140	4600	1,304
175	0,950	800	1,144	4700	1,308
180	0,960	850	1,148	4800	1,312
185	0,970	900	1,152	4900	1,316
190	0,980	950	1,156	5000	1,320
195	0,990	1000	1,160	500000	1,330
200	1,000	1100	1,164		



5.4. COEFICIENTES DE PELÍCULA

Condiciones exteriores e interiores	Coef. de película (W/m ² K)
Exterior, invierno (6,7 m/s)	34
Exterior, verano (3,4 m/s)	23
Interior, superficie vertical	8,3
Interior, superficie horizontal, flujo ascendente	9,3
Interior, superficie horizontal, flujo descendente	6,1

5.5. CONDICIONES EXTERIORES

Provincia	t (°C)	φ (%)	Provincia.	t (°C).	φ (%).
Albacete	35	36	Lugo	26	67
Alicante	31	60	Madrid	34	42
Almería	30	70	Málaga	28	60
Avila	30	41	Murcia	36	59
Badajoz	38	47	Orense	33	55
Barcelona	31	68	Oviedo	26	70
Bilbao	30	71	Palma de Mall	28	63
Burgos	30	42	Palencia	30	45
Cáceres	38	37	Pamplona	32	51
Cádiz	32	55	Pontevedra	27	62
Castellón	29	60	Salamanca	34	46
Ciudad Real	37	56	SanSebastián	22	76
Córdoba	38	33	Santander	25	74
Coruña La	23	63	Segovia	33	35
Cuenca	33	52	Sevilla	40	43
Gerona	33	58	Soria	29	45
Granada	35	49	Santa Cruz de	22	55
Guadalajara	34	37	Tarragona	26	68
Huelva	31	57	Teruel	32	55
Huesca	31	72	Toledo	34	34
Jaén	36	35	Valencia	32	68
Las Palmas	24	66	Valladolid	33	45
León	28	45	Vitoria	26	70
Lérida	33	50	Zamora	32	65
Logroño	33	59	Zaragoza	34	57

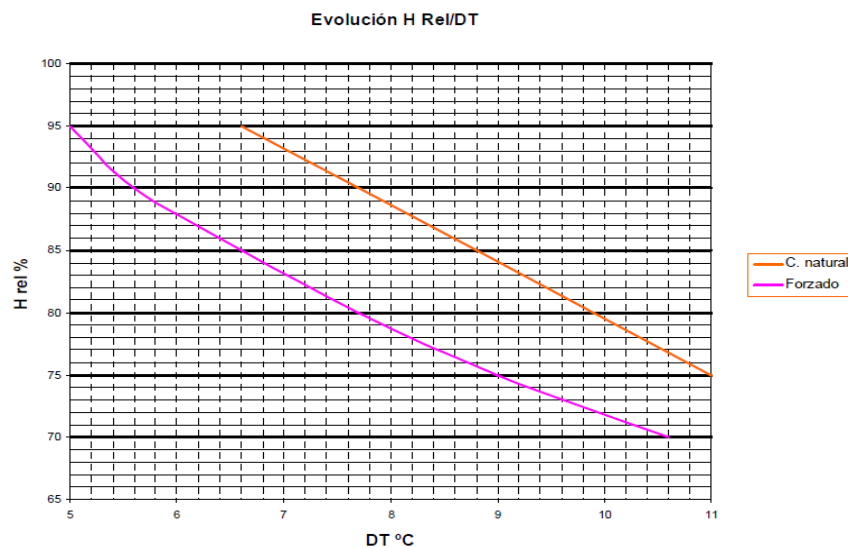


5.6. TEMPERATURAS MAXIMAS

PRODUCTO	TEMPERATURA MÁXIMA
Comercios minoristas de alimentación (Supermercados, autoservicios, ultramarinos, etc.)	
Productos alimenticios refrigerados	La que señale cada fabricante en el etiquetado. En general entre 0°C y 5°C
Productos alimenticios ultracongelados	Menor a -18 °C
Carnicerías	
Carnes	7 °C
Despojos (vísceras, estómagos, etc.)	3 °C
Carne de ave	4 °C
Carne de conejo	4 °C
Carne picada y preparados de carne picada	Menor o igual a 2 °C
Preparados de carne (hamburguesas, pinchitos)	Entre 2°C y 7°C (según materia prima y especie)
Carne picada y preparados de carne congelados	Menor a -18 °C
Pescaderías	
Productos de la pesca frescos	Temperatura próxima a la de fusión del hielo (0 °C)
Moluscos bivalvos vivos	Temperatura que no afecte negativamente a su inocuidad y viabilidad. Deben estar vivos.
Productos pesqueros congelados	Menor o igual a -18 °C
Productos pesqueros congelados en salmuera	Menor o igual a -9 °C
Establecimientos de restauración (Restaurantes, bares de tapas, establecimientos de venta de comidas preparadas)	
Comidas refrigeradas	Menor o igual a 8 °C . Si se consumen antes de las 24 horas desde que se elaboran
Comidas refrigeradas	Menor o igual a 4 °C. Si se consumen después de las 24 horas desde que se elaboran
Comidas calientes	Mayor o igual a 65 °C
Pastelerías	
Productos de pastelería, bollería, confitería y repostería	Entre 0 °C y 5 °C

Nota: Como norma general, se admiten tolerancias de hasta 3°C en dichas temperaturas, siempre y cuando estas subidas no sean permanentes y se deban a situaciones puntuales (carga y descarga, apertura de puertas, descarches, etc.)

5.7. EVOLUCIÓN HUMEDAD RELATIVA / DT



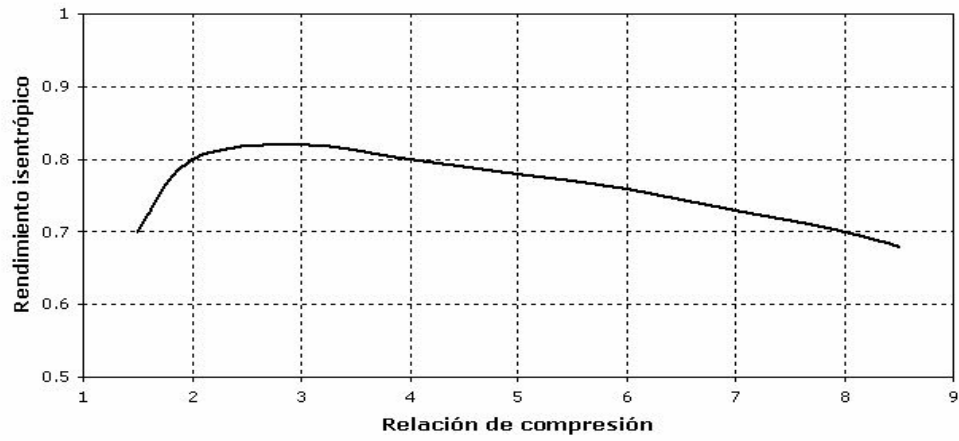


5.8. VALORES SATURADOS R404A

T °C	p bar	v _l dm ³ /kg	v _v m ³ /kg	h kJ/kg	h _g kJ/kg	R kJ/kg	s _l kJ/(kg K)	s _v kJ/(kg K)
-59,00	0,515	0,7578	0,34648	-24,10	185,82	209,92	-0,1060	0,8742
-57,00	0,575	0,7810	0,31300	-21,70	187,13	208,83	-0,0949	0,8712
-55,00	0,639	0,7642	0,28337	-19,29	188,44	207,73	-0,0838	0,8684
-53,00	0,710	0,7675	0,25708	-16,87	189,74	206,61	-0,0728	0,8657
-51,00	0,786	0,7709	0,23368	-14,43	191,05	205,48	-0,0618	0,8632
-49,00	0,869	0,7744	0,21282	-11,98	192,36	204,34	-0,0508	0,8608
-47,00	0,958	0,7779	0,19418	-9,51	193,67	203,18	-0,0399	0,8585
-45,00	1,055	0,7816	0,17749	-7,03	194,97	202,00	-0,0290	0,8563
-43,00	1,159	0,7853	0,16251	-4,54	196,27	200,81	-0,0182	0,8543
-41,00	1,271	0,7891	0,14903	-2,03	197,57	199,60	-0,0074	0,8524
-39,00	1,391	0,7931	0,13689	0,50	198,86	198,37	0,0034	0,8506
-37,00	1,520	0,7971	0,12593	3,03	200,16	197,12	0,0142	0,8489
-35,00	1,658	0,8012	0,11602	6,05	201,45	195,40	0,0268	0,8473
-33,00	1,805	0,8055	0,10704	8,60	202,73	194,13	0,0375	0,8458
-31,00	1,962	0,8099	0,09889	11,17	204,01	192,84	0,0480	0,8444
-29,00	2,130	0,8143	0,09148	14,84	205,29	190,45	0,0631	0,8431
-27,00	2,309	0,8189	0,08473	17,40	206,56	189,16	0,0734	0,8419
-25,00	2,499	0,8236	0,07858	19,97	207,82	187,84	0,0837	0,8407
-23,00	2,701	0,8285	0,07295	22,57	209,07	186,50	0,0940	0,8396
-21,00	2,915	0,8335	0,06781	25,18	210,31	185,13	0,1043	0,8385
-19,00	3,142	0,8387	0,06309	27,80	211,54	183,74	0,1146	0,8375
-17,00	3,382	0,8440	0,05876	30,45	212,77	182,32	0,1249	0,8366
-15,00	3,635	0,8495	0,05479	33,12	213,98	180,86	0,1351	0,8357
-13,00	3,903	0,8551	0,05113	35,80	215,18	179,38	0,1454	0,8349
-11,00	4,186	0,8610	0,04775	38,53	216,38	177,84	0,1557	0,8341
-9,00	4,484	0,8670	0,04464	41,25	217,55	176,30	0,1659	0,8334
-7,00	4,798	0,8733	0,04177	44,00	218,72	174,72	0,1762	0,8327
-5,00	5,128	0,8798	0,03911	46,77	219,87	173,10	0,1864	0,8320
-3,00	5,475	0,8865	0,03665	49,57	221,01	171,44	0,1967	0,8313
-1,00	5,839	0,8934	0,03436	52,39	222,13	169,74	0,2070	0,8307
1,00	6,222	0,9006	0,03224	55,23	223,24	168,00	0,2173	0,8301
3,00	6,622	0,9080	0,03027	58,10	224,33	166,22	0,2276	0,8295
5,00	7,043	0,9158	0,02844	61,00	225,39	164,39	0,2379	0,8289
7,00	7,482	0,9239	0,02673	63,93	226,44	162,52	0,2482	0,8283
9,00	7,943	0,9322	0,02514	66,88	227,47	160,59	0,2585	0,8277
11,00	8,424	0,9410	0,02365	69,86	228,48	158,62	0,2689	0,8271
13,00	8,926	0,9501	0,02226	72,88	229,46	156,58	0,2793	0,8265
15,00	9,451	0,9596	0,02097	75,92	230,42	154,49	0,2898	0,8259
17,00	9,999	0,9695	0,01975	79,01	231,35	152,34	0,3002	0,8253
19,00	10,570	0,9798	0,01861	82,12	232,25	150,13	0,3108	0,8246
21,00	11,165	0,9907	0,01754	85,28	233,12	147,84	0,3213	0,8239
23,00	11,785	1,0021	0,01653	88,47	233,96	145,49	0,3319	0,8232
25,00	12,430	1,0141	0,01559	91,71	234,77	143,06	0,3426	0,8224
27,00	13,102	1,0267	0,01470	94,99	235,54	140,55	0,3533	0,8216
29,00	13,801	1,0400	0,01386	98,32	236,27	137,95	0,3642	0,8207
31,00	14,527	1,0540	0,01307	101,69	236,95	135,26	0,3750	0,8197
33,00	15,281	1,0688	0,01233	105,12	237,59	132,47	0,3860	0,8187
35,00	16,065	1,0845	0,01162	108,61	238,18	129,57	0,3971	0,8176
37,00	16,879	1,1013	0,01096	112,16	238,72	126,56	0,4083	0,8163
39,00	17,723	1,1191	0,01033	115,77	239,20	123,43	0,4196	0,8150
41,00	18,599	1,1381	0,00973	119,45	239,61	120,16	0,4310	0,8135
43,00	19,507	1,1586	0,00916	123,21	239,96	116,74	0,4426	0,8119
45,00	20,449	1,1806	0,00862	127,06	240,22	113,16	0,4544	0,8101
47,00	21,424	1,2043	0,00810	131,00	240,40	109,40	0,4664	0,8081
49,00	22,435	1,2301	0,00761	135,04	240,48	105,45	0,4785	0,8059
51,00	23,481	1,2583	0,00715	139,19	240,46	101,26	0,4910	0,8034
53,00	24,564	1,2893	0,00670	143,48	240,30	96,83	0,5037	0,8006
55,00	25,685	1,3236	0,00627	147,91	240,00	92,09	0,5168	0,7975
57,00	26,845	1,3620	0,00585	152,52	239,54	87,02	0,5304	0,7939
59,00	28,045	1,4053	0,00545	157,33	238,86	81,53	0,5444	0,7899
61,00	29,285	1,4549	0,00506	162,39	237,94	75,55	0,5590	0,7851
63,00	30,567	1,5129	0,00468	167,77	236,69	68,92	0,5745	0,7795
65,00	31,893	1,5822	0,00429	173,55	235,01	61,46	0,5910	0,7728
67,00	33,262	1,6682	0,00391	179,90	232,69	52,79	0,6091	0,7643
69,00	34,677	1,7814	0,00350	187,12	229,30	42,18	0,6295	0,7528
71,00	36,138	1,9470	0,00300	195,91	223,17	27,26	0,6544	0,7336
72,07	37,315	2,0640	0,00206	201,01	201,01	0,00	0,6687	0,6687



5.9. RENDIMIENTO ISENTRÓPICO / RELACIÓN DE COMPRESIÓN





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

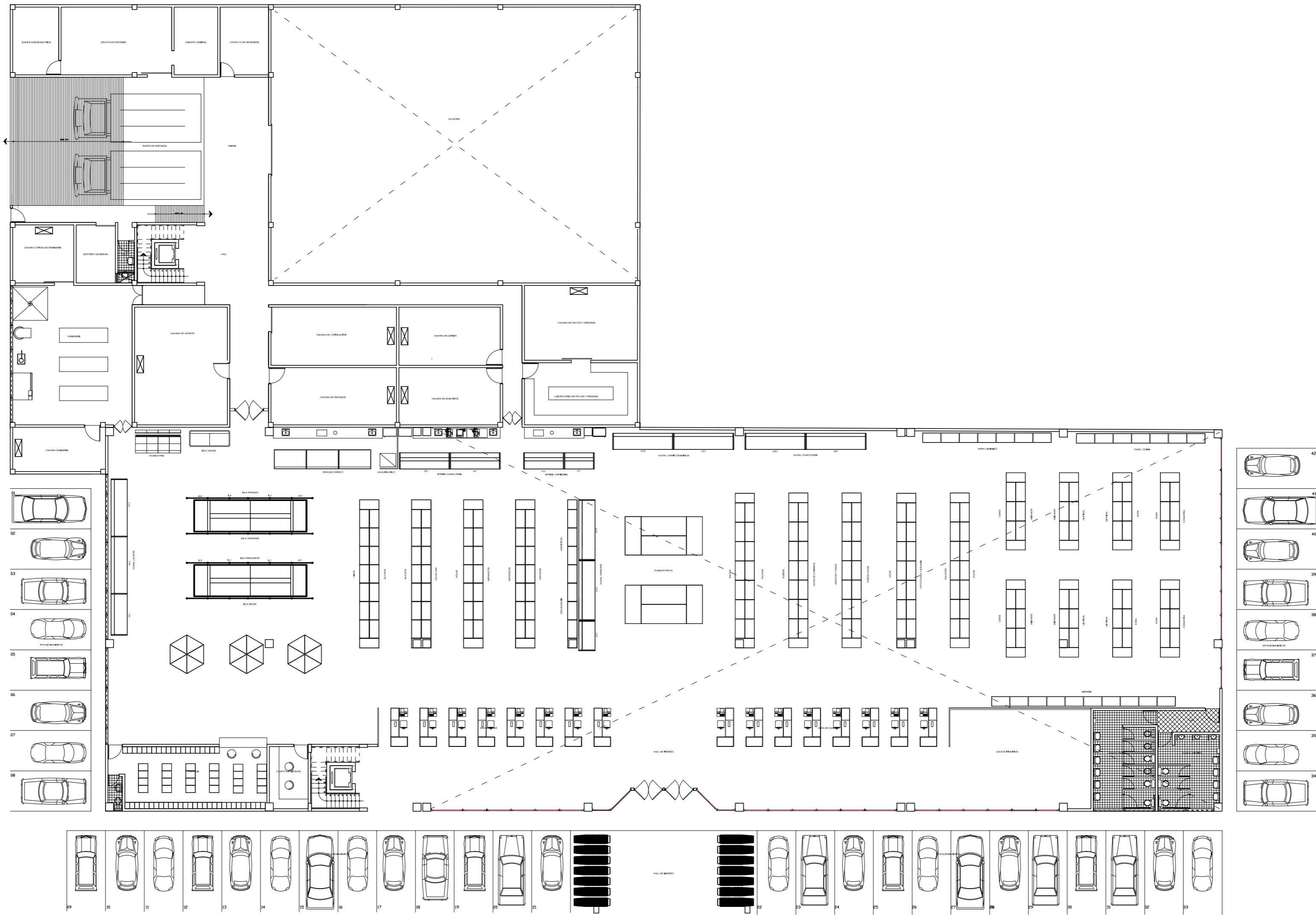
DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS REFRIGERADOS Y CONGELADOS CON DESTINO A UN SUPERMERCADO

MEMORIA PRESENTADA POR:

LUIS MIGUEL BERNAL EYERS

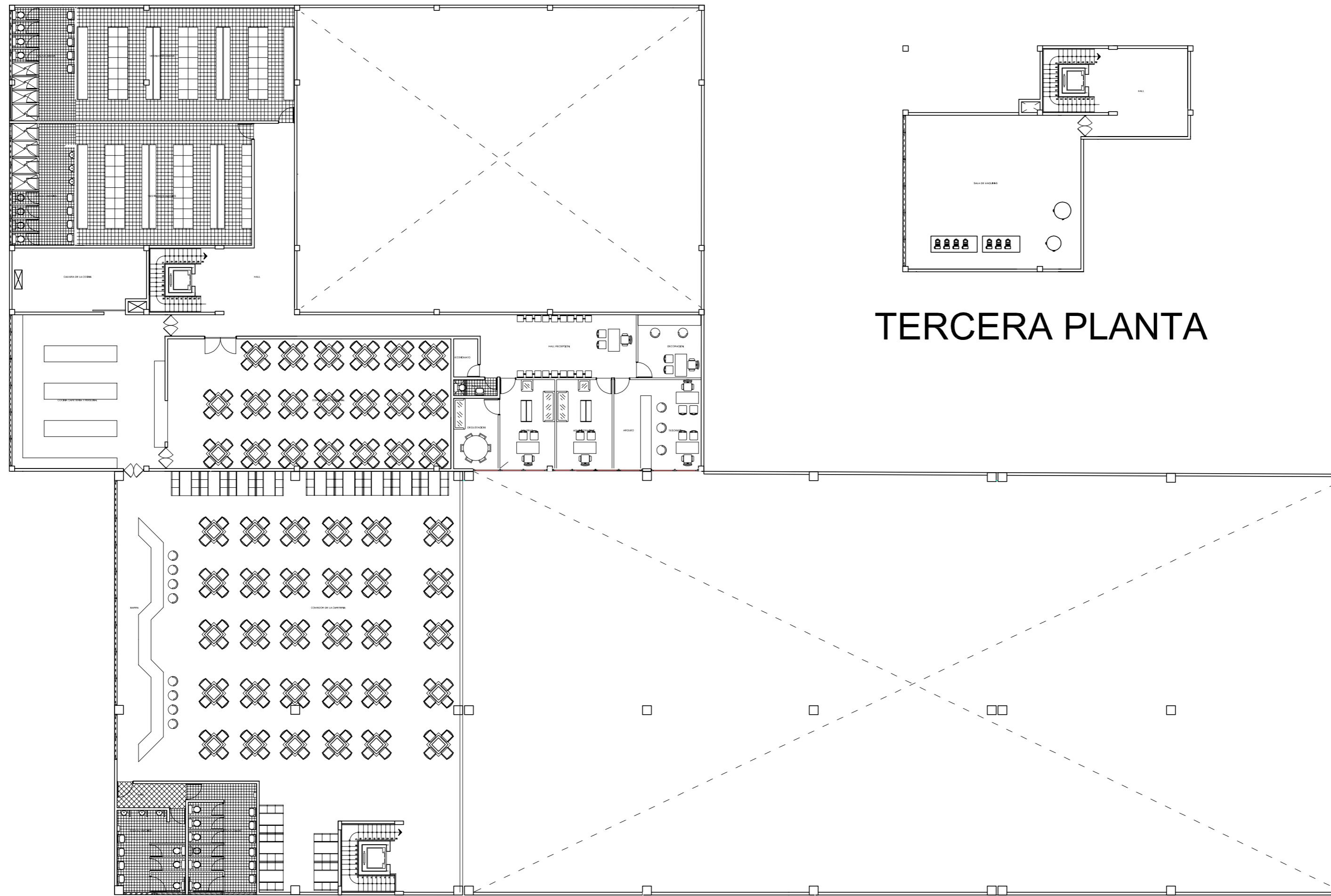
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA CON INTENSIFICACIÓN EN
INGENIERÍA DE PROYECTOS

DOCUMENTO Nº3 PLANOS



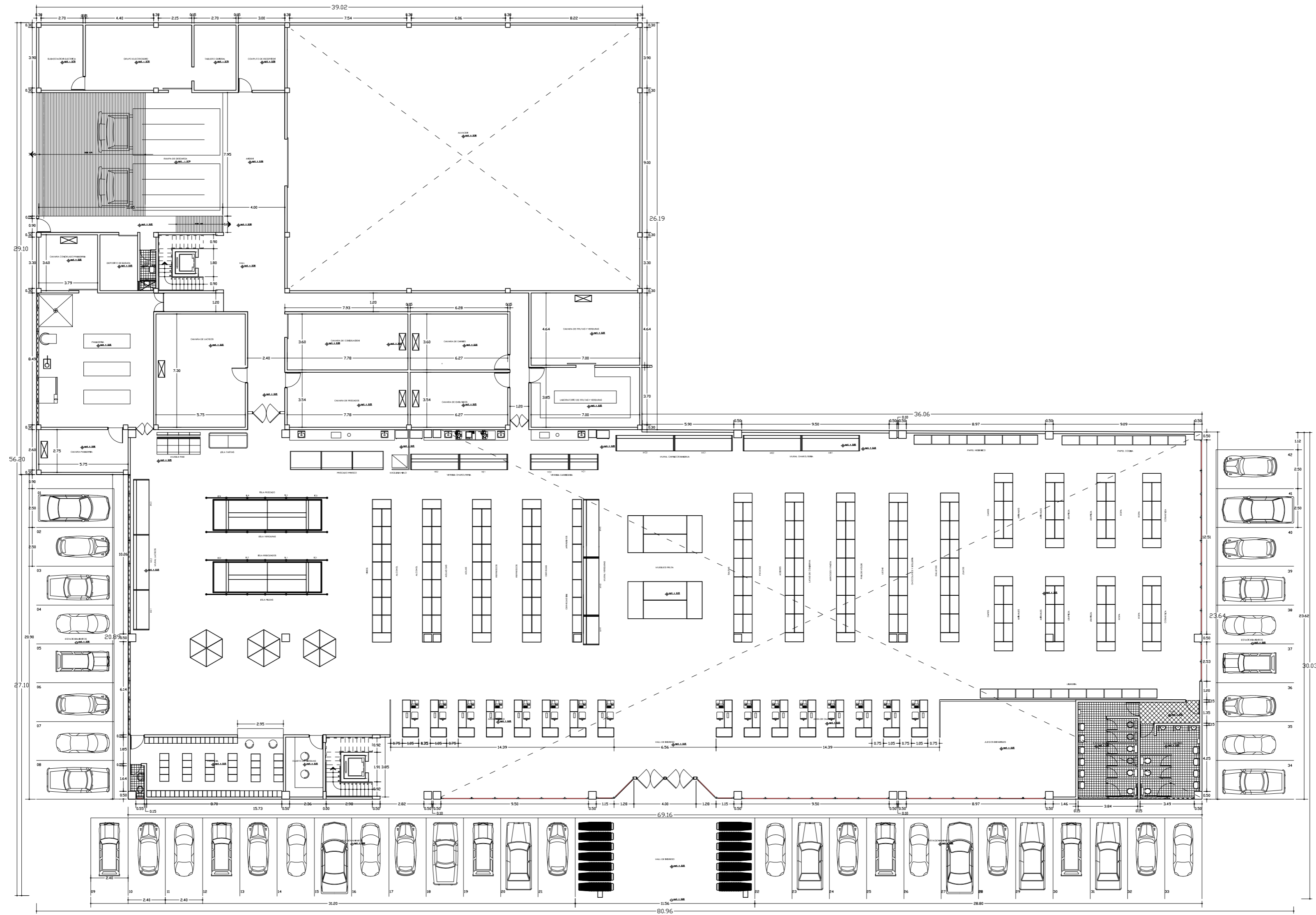
PRIMERA PLANTA

PROYECTO INSTALACIÓN FRIGORÍFICA Nº1
 Emplazamiento: Avda. de Pego, 108 10/12/2016
 Plano: Distribución 1ªPlanta Escala: 1:200
 Proyecto de: Luis Miguel Bernal Eyers
 Universidad Politécnica de Valencia, Campus Alcoy



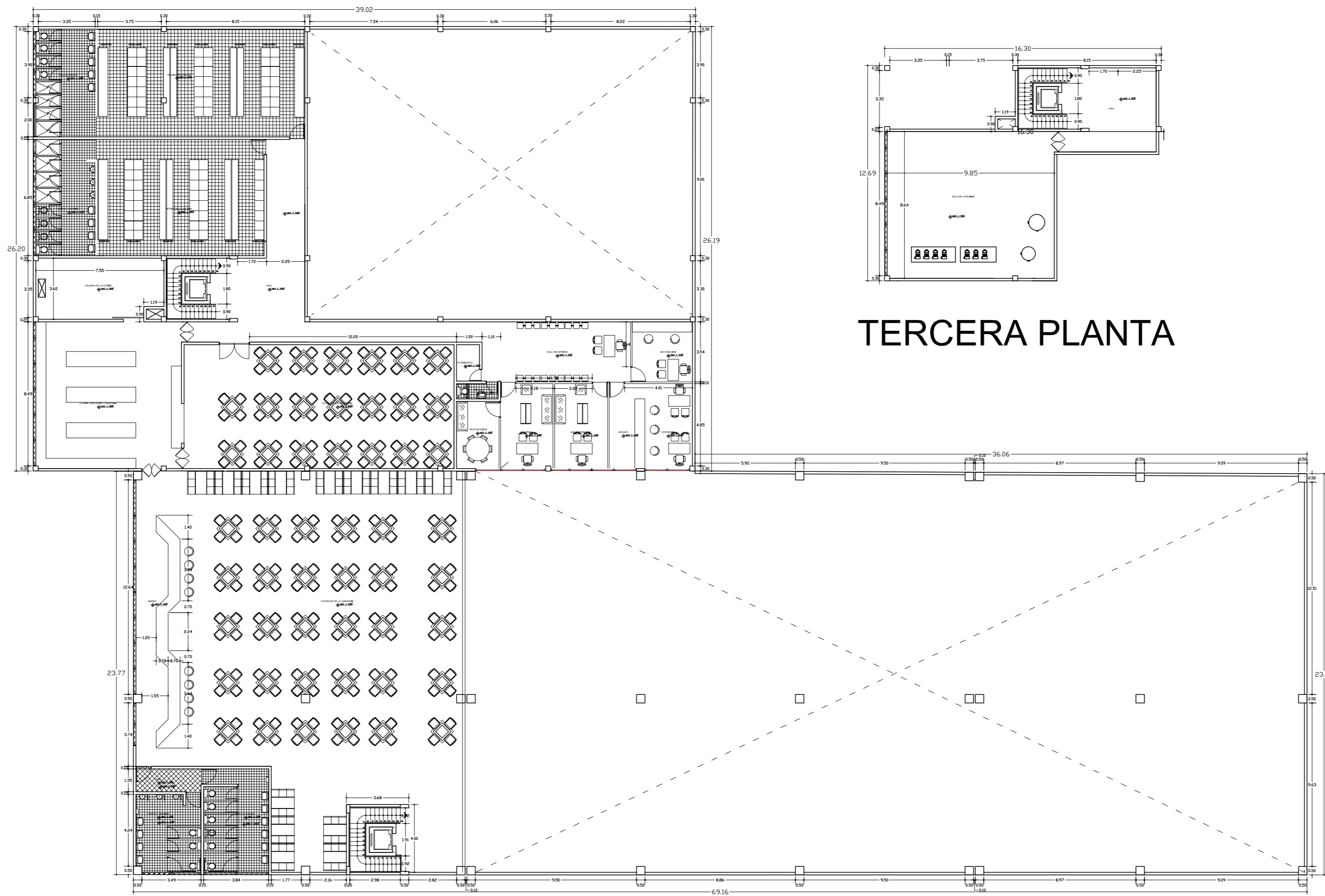
TERCERA PLANTA

SEGUNDA PLANTA

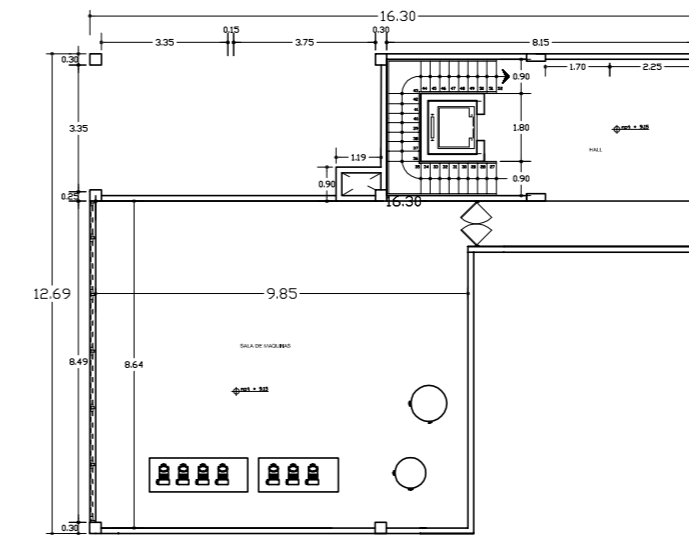


PRIMERA PLANTA

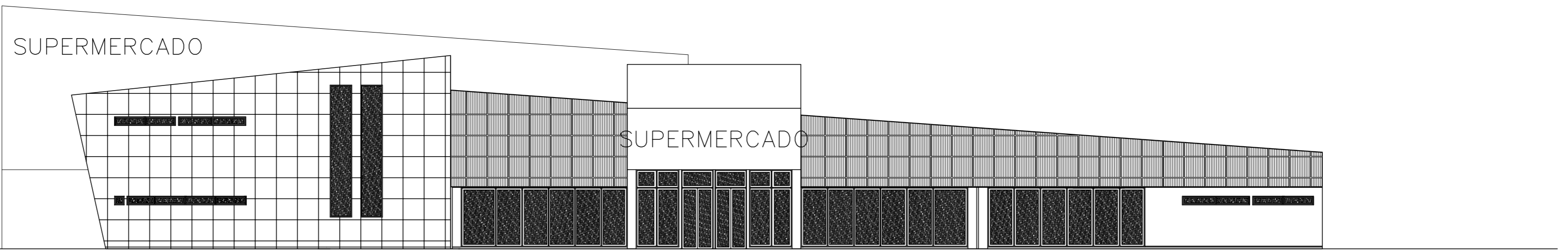
PROYECTO INSTALACIÓN FRIGORÍFICA Nº3
 Emplazamiento: Avda. de Pego, 108 10/12/2016
 Plano: Cotas 1ªPlanta Escala: 1:200
 Proyecto de: Luis Miguel Bernal Eyers
 Universidad Politécnica de Valencia, Campus Alcoy



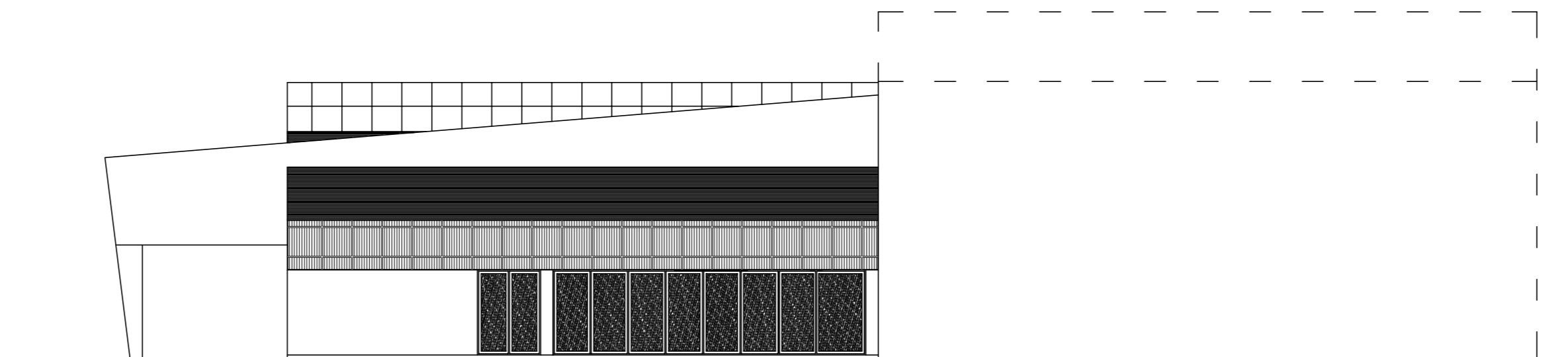
□ □
SEGUNDA PLANTA



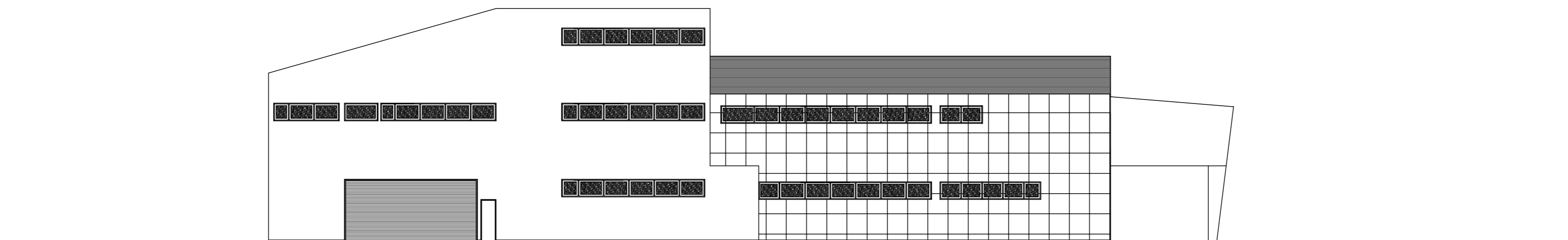
TERCERA PLANTA



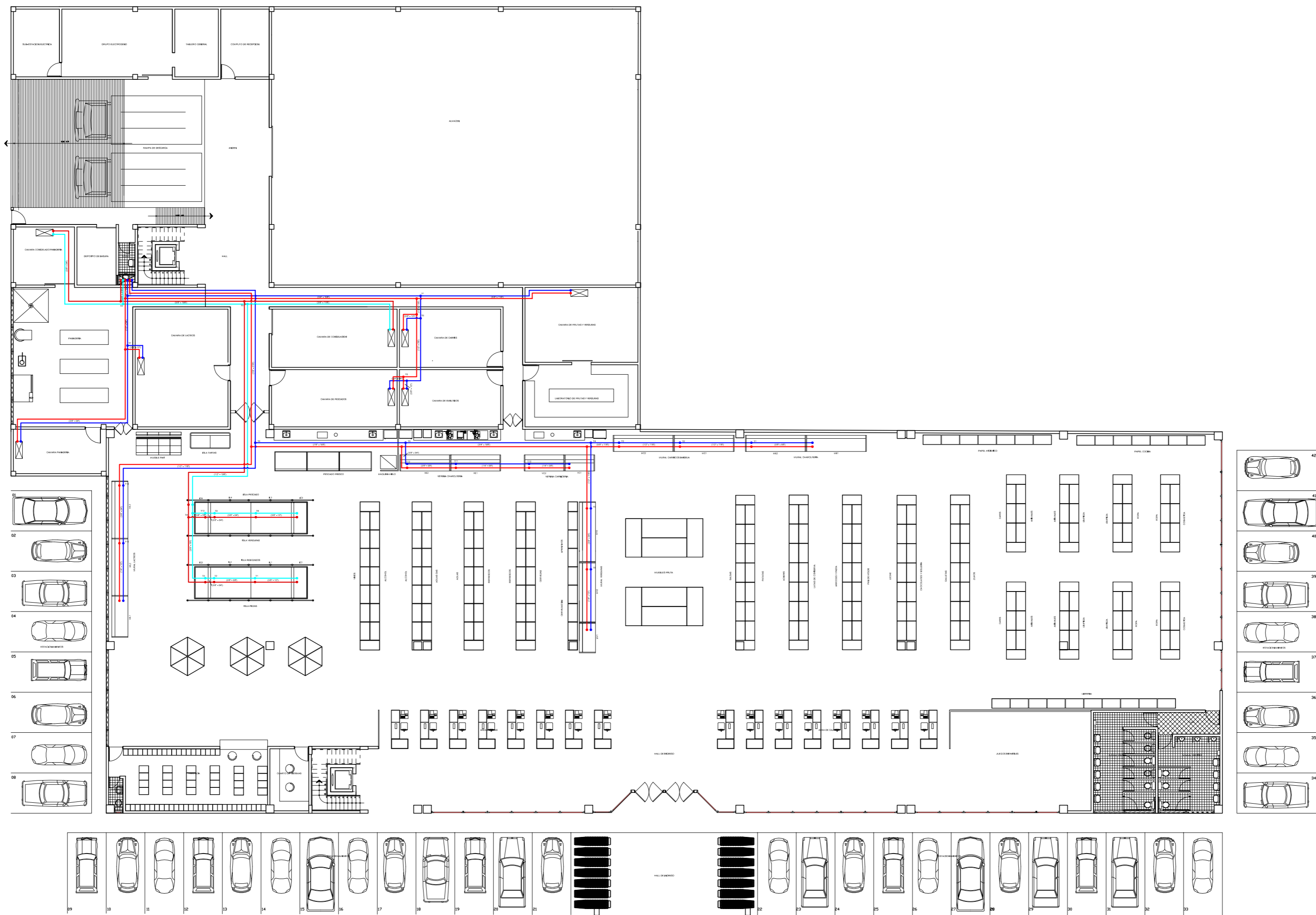
ELEVACION AVENIDA DE PEGO



ELEVACION DESCAMPADO

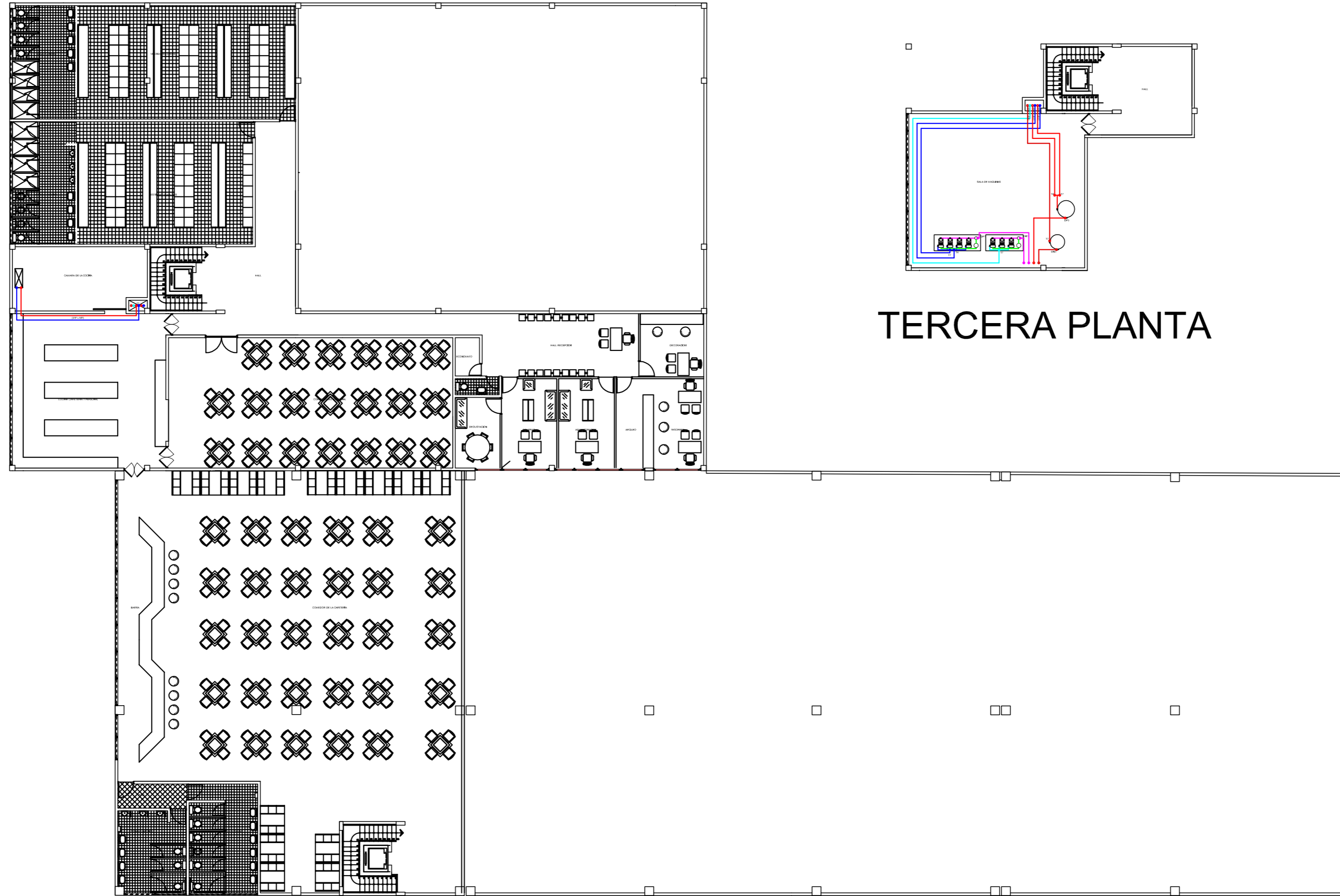


ELEVACION PARTIDA A FOIA BLANCA



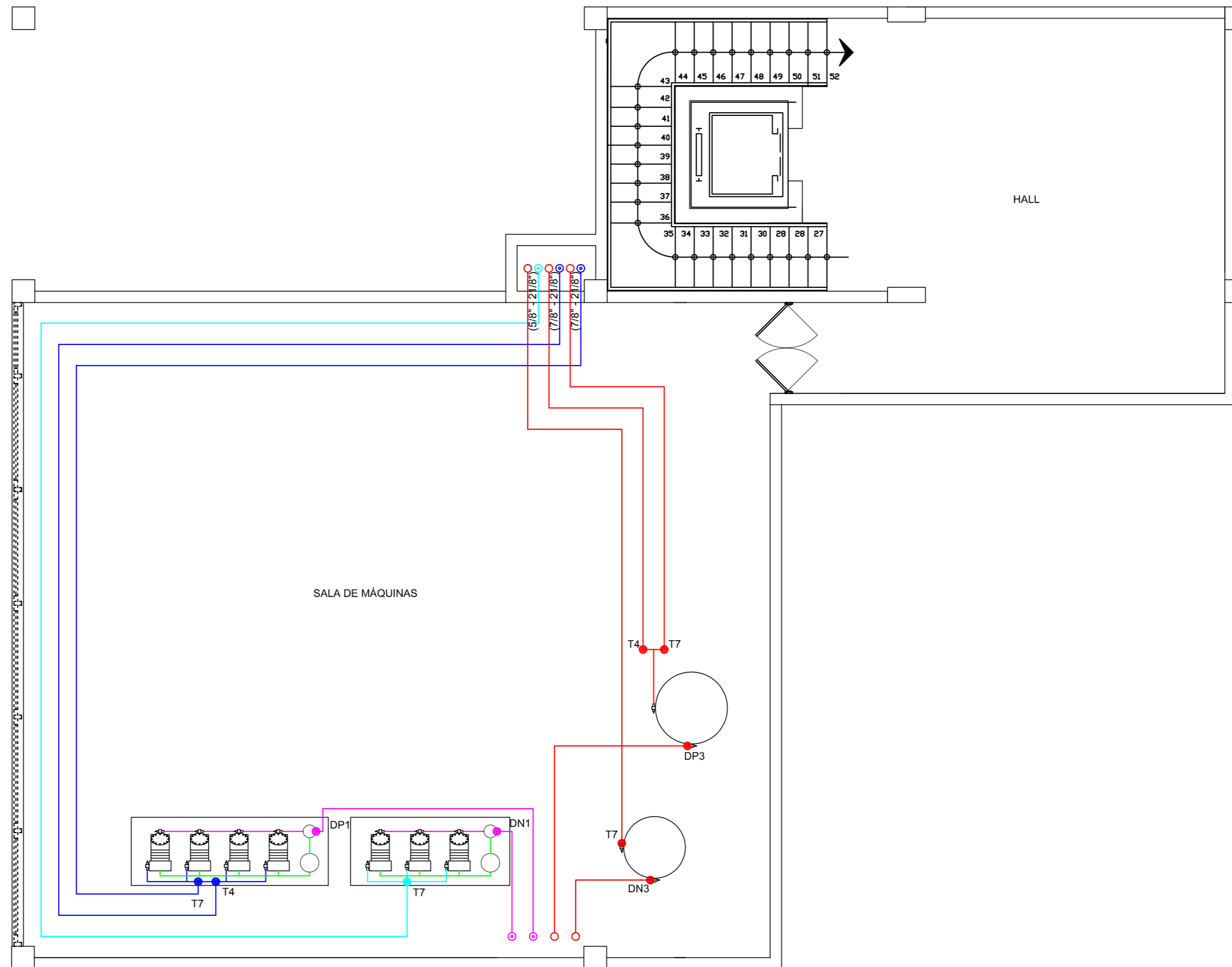
PRIMERA PLANTA

PROYECTO INSTALACIÓN FRIGORÍFICA N°6
 Emplazamiento: Avda. de Pego, 108 10/12/2016
 Plano: Inst. Frigorífica 1ªPlanta Escala: 1:200
 Proyecto de: Luis Miguel Bernal Eyers
 Universidad Politécnica de Valencia, Campus Alcoy

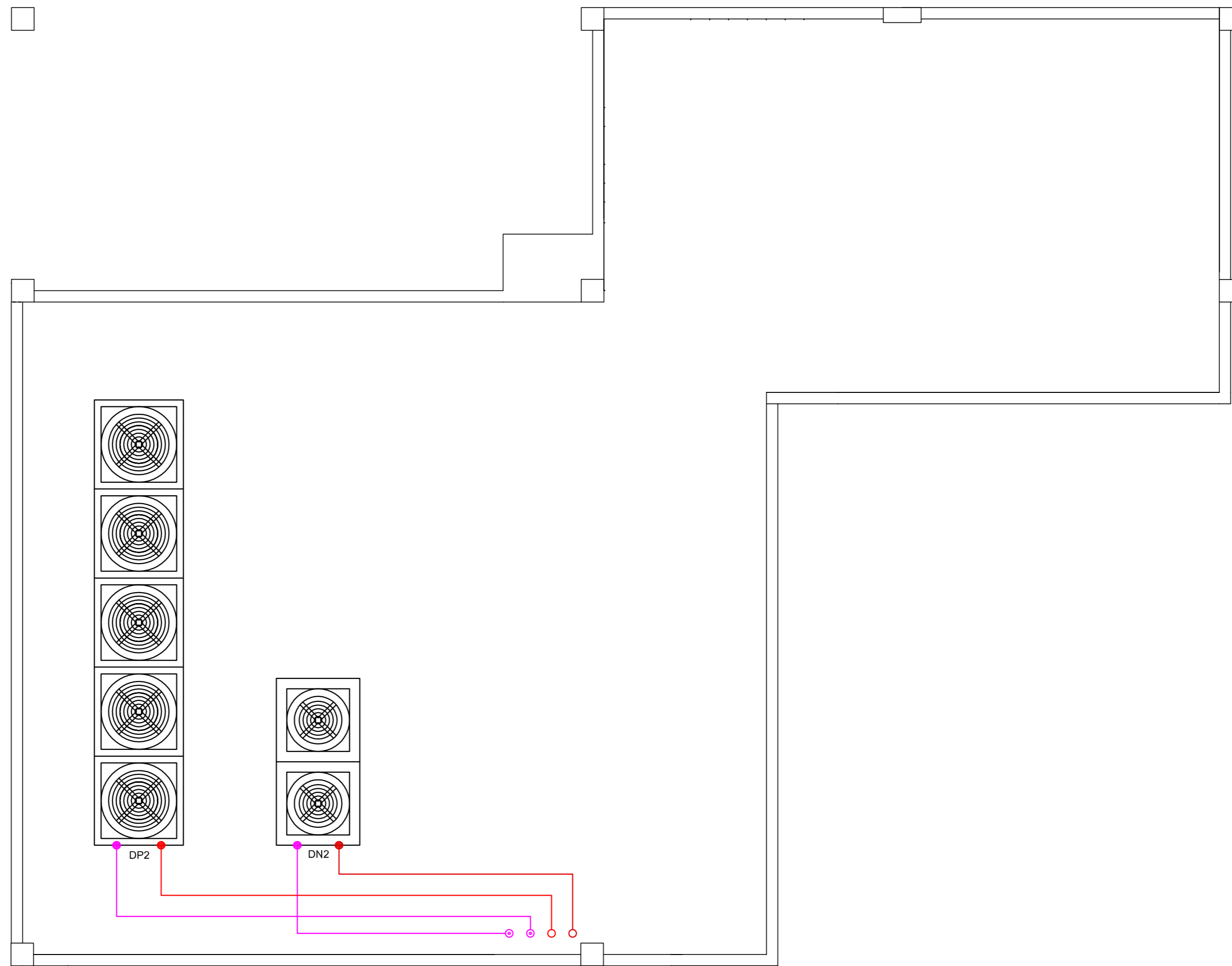


SEGUNDA PLANTA

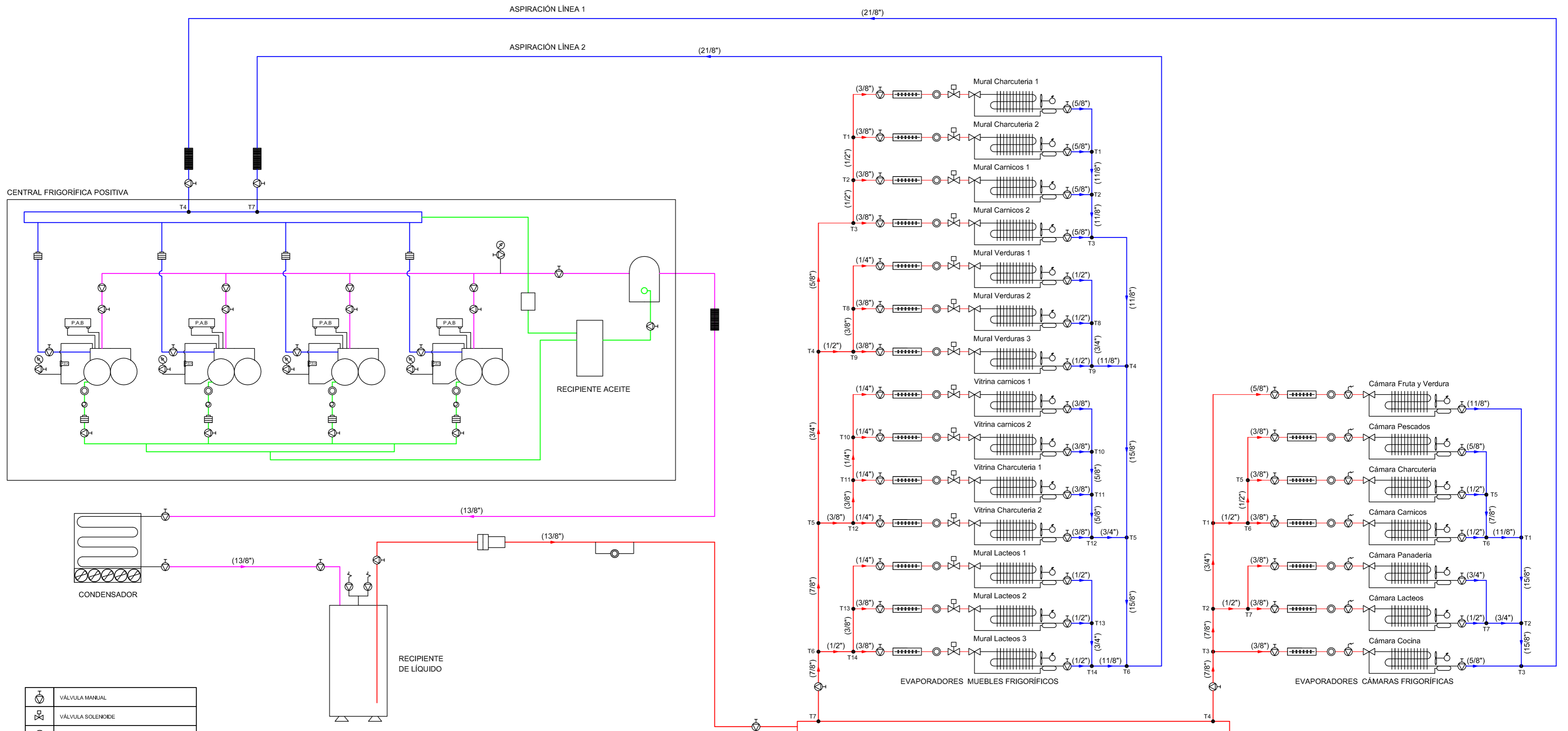
TERCERA PLANTA



PROYECTO INSTALACIÓN FRIGORÍFICA	Nº8
Emplazamiento: Avda. de Pego, 108	10/12/2016
Plano: Sala de máquinas	Escala: 1:50
Proyecto de:	Luis Miguel Bernal Eyers
Universidad Politécnica de Valencia, Campus Alcoy	

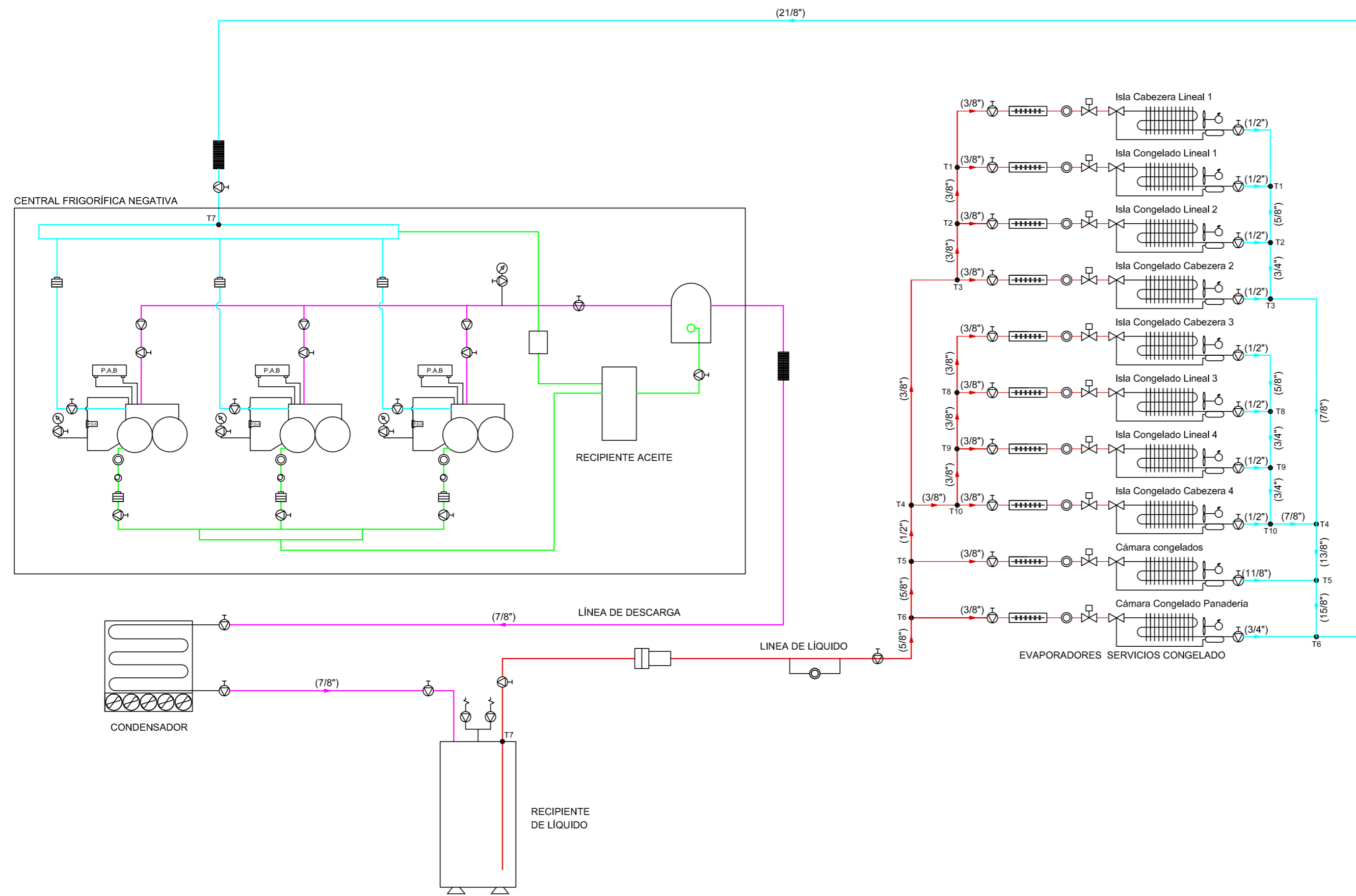


PROYECTO INSTALACIÓN FRIGORÍFICA N°9
Emplazamiento: Avda. de Pego, 108 10/12/2016
Plano: Azotea Escala: 1:50
Proyecto de: Luis Miguel Bernal Eyers
Universidad Politécnica de Valencia, Campus Alcoy



	VÁLVULA MANUAL
	VÁLVULA SOLENOIDE
	VÁLVULA DE RETENCIÓN
	MANÓMETRO
	VÁLVULA DE SEGURIDAD
	VISOR DE LÍQUIDO / ACEITE
	REGULADOR DE ACEITE
	FILTRO MECÁNICO
	FILTRO DESHIDRATADOR ANTÍACIDO
	UNIÓN FLEXIBLE
	FILTRO DESHIDRATADOR ANTÍACIDO
	VÁLVULA PRESIÓN DIFERENCIAL ACEITE
	PRESOSTATO ALTA Y BAJA PRESIÓN
	SEPARADOR DE ACEITE
	VÁLVULA TERMOSTÁTICA
	LÍNEA LÍQUIDO POSITIVA
	LÍNEA ASPIRACIÓN POSITIVA
	LÍNEA LÍQUIDO NEGATIVA
	LÍNEA ASPIRACIÓN NEGATIVA
	LÍNEA DE DESCARGA
	LÍNEA DE ACEITE

PROYECTO INSTALACIÓN FRIGORÍFICA Nº10
 Emplazamiento: Avda. de Pego, 108 10/12/2016
 Plano: Esquema de principio positiva Escala: -
 Proyecto de: Luis Miguel Bernal Eyers
 Universidad Politécnica de Valencia, Campus Alcoy



	VÁLVULA MANUAL
	VÁLVULA SOLENOIDE
	VÁLVULA DE RETENCIÓN
	MANOMETRO
	VÁLVULA DE SEGURIDAD
	VISOR DE LÍQUIDO / ACEITE
	REGULADOR DE ACEITE
	FILTRO MECÁNICO
	FILTRO DESHIDRATADOR ANTIACIDO
	UNIÓN FLEXIBLE
	FILTRO DESHIDRATADOR ANTIACIDO
	VÁLVULA PRESIÓN DIFERENCIAL ACEITE
	PRESOSTATO ALTA Y BAJA PRESIÓN
	SEPARADOR DE ACEITE
	VÁLVULA TERMOSTÁTICA
	LÍNEA LÍQUIDO POSITIVA
	LÍNEA ASPIRACIÓN POSITIVA
	LÍNEA LÍQUIDO NEGATIVA
	LÍNEA ASPIRACIÓN NEGATIVA
	LÍNEA DE DESCARGA
	LÍNEA DE ACEITE

PROYECTO INSTALACIÓN FRIGORÍFICA Nº11
 Emplazamiento: Avda. de Pego, 108 10/12/2016
 Plano: Esquema de principio negativa Escala: -
 Proyecto de: Luis Miguel Bernal Eyers
 Universidad Politécnica de Valencia, Campus Alcoy



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS REFRIGERADOS Y CONGELADOS CON DESTINO A UN SUPERMERCADO

MEMORIA PRESENTADA POR:

LUIS MIGUEL BERNAL EYERS

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA CON INTENSIFICACIÓN EN
INGENIERÍA DE PROYECTOS

DOCUMENTO Nº4 PRESUPUESTO



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE		
CAPÍTULO 01 CAMARA FRIGORÍFICA						
01.01	M2 PANEL NERV.100 (LAC+AISL+LAC) M2. Panel de 100 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm., perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado ambas caras y con relleno intermedio de espuma de poliuretano; perfil anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.					
	C. Cocina	7,60	3,60	3,00	94,56	
	C. Panadería	5,80	2,80	3,00	67,84	
	C. Lacteos	7,30	5,80	3,00	120,94	
	C. Pescados	7,80	3,50	3,00	95,10	
	C. Frutas	7,00	4,60	3,00	101,80	
	C. Embutidos	6,30	3,60	3,00	82,08	
	C. Carnicos	6,30	3,60	3,00	82,08	
				644,40	41,71	26.877,92
01.02	M2 PANEL NERV.120 (LAC+AISL+LAC) M2. Panel de 120 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm., perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado ambas caras y con relleno intermedio de espuma de poliuretano; perfil anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.					
	C. Cocina	7,60	3,60		27,36	
	C. Panadería	5,80	2,80		16,24	
	C. Lacteos	7,30	5,80		42,34	
	C. Pescados	7,80	3,50		27,30	
	C. Frutas	7,00	4,60		32,20	
	C. Embutidos	6,30	3,60		22,68	
	C. Carnicos	6,30	3,60		22,68	
				190,80	47,75	9.110,70
01.03	M2 PANEL NERV.150 (LAC+AISL+LAC) M2. Panel de 150 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm., perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado ambas caras y con relleno intermedio de espuma de poliuretano; perfil anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.					
	C. Pan Cong.	3,80	3,60		13,68	
	C. Congelados	7,80	3,60		28,08	
				41,76	53,57	2.237,08
01.04	M2 PUERTA CORREDERA FRIGORÍFICA Ud. Puerta corredera frigorífica hermética industrial, sistema IF para cámara de conservación de 0°C de 2m x 3m. Acabados en acero inox. AISI 304/2B para panel banda color, PVC o bien otros acabados similares. Incluido marco en aluminio extrusionado en forma de L con doble ruptura de puente térmico tratados en anodizado de 20 micras y lacado en blanco. Aislamiento interior en poliuretano inyectado con un grueso de 90 mm.					
				9,00	2.352,53	21.172,77
01.05	Ud HACHA BOMBERO CÁMARA Hacha con mango de fibra 900 mm y peso 1.600 gr. de uso obligado para cámaras de baja temperatura según Reglamento de seguridad de instalaciones frigoríficas con soporte para hachas universal.					
				2,00	161,00	322,00
	TOTAL CAPÍTULO 01 CAMARA FRIGORÍFICA.....					59.720,47



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 MOBILIARIO FRIGORÍFICO				
02.01	Ud MURAL GRAN VISTA 22 NARROW (3.75 m) Instalación y puesta en marcha de mural frigorífico de modulación 3.75 m., con una potencia frigorífica de 2694W, sistema de refrigeración, ventilador, aislamiento en poliuretano inyectado, estructura de acero, iluminación interior fluorescente, desescarche por resistencias eléctricas y dimensiones exteriores anexadas en el proyecto.			
		8,00	2.859,15	22.873,20
02.02	Ud MURAL GRAN VISTA 22 NARROW (1.88 m) Instalación y puesta en marcha de mural frigorífico de modulación 1.88 m., con una potencia frigorífica de 1350W, sistema de refrigeración, ventilador, aislamiento en poliuretano inyectado, estructura de acero, iluminación interior fluorescente, desescarche por resistencias eléctricas y dimensiones exteriores anexadas en el proyecto.			
		2,00	1.545,60	3.091,20
02.03	Ud VITRINA ROSSINI RC RCB (1.88 m) Instalación y puesta en marcha de vitrina frigorífica de modulación 1.88 m., con una potencia frigorífica de 604.8W, sistema de refrigeración, ventilador, aislamiento en poliuretano inyectado, estructura de acero, iluminación interior fluorescente, desescarche por resistencias eléctricas y dimensiones exteriores anexadas en el proyecto.			
		1,00	1.666,35	1.666,35
02.04	Ud VITRINA ROSSINI RC RCB (2.5 m) Instalación y puesta en marcha de vitrina frigorífica de modulación 2.5 m., con una potencia frigorífica de 804.6W, sistema de refrigeración, ventilador, aislamiento en poliuretano inyectado, estructura de acero, iluminación interior fluorescente, desescarche por resistencias eléctricas y dimensiones exteriores anexadas en el proyecto.			
		1,00	2.002,89	2.002,89
02.05	Ud VITRINA ROSSINI RC RCB (3.13 m) Instalación y puesta en marcha de vitrina frigorífica de modulación 3.13 m., con una potencia frigorífica de 1004.4 W, sistema de refrigeración, ventilador, aislamiento en poliuretano inyectado, estructura de acero, iluminación interior fluorescente, desescarche por resistencias eléctricas y dimensiones exteriores anexadas en el proyecto.			
		2,00	3.006,15	6.012,30
02.06	Ud ISLA TORTUGA 1800MT - LG300 Instalación y puesta en marcha de isla frigorífica de modulación 1.73 m., con una potencia frigorífica de 571.54 W, sistema de refrigeración, ventilador, aislamiento en poliuretano inyectado, estructura de acero, iluminación interior fluorescente, desescarche por resistencias eléctricas y dimensiones exteriores anexadas en el proyecto.			
		4,00	1.556,10	6.224,40
02.07	Ud ISLA TORTUGA 1800 LG300 Instalación y puesta en marcha de isla frigorífica de modulación 2x2.5 m., con una potencia frigorífica de 1137.24 W, sistema de refrigeración, ventilador, aislamiento en poliuretano inyectado, estructura de acero, iluminación interior fluorescente, desescarche por resistencias eléctricas y dimensiones exteriores anexadas en el proyecto.			
		4,00	3.751,65	15.006,60
TOTAL CAPÍTULO 02 MOBILIARIO FRIGORÍFICO.....				56.876,94



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 03 ELEMENTOS INSTALACIÓN FRIGORÍFICA			
03.01	<p>Ud CENTRAL FRIGORÍFICA POSITIVA BITZER CMC-472</p> <p>Instalación y puesta en marcha de central frigorífica BITZER CMC-472 compuesta por 4 compresores 4DC-7.2Y de 7.5 CV cada uno con un rendimiento frigorífico total (T.evap=-5°C y T.cond=45°C) de 58.43 KW y un volumen barrido total de 107.36 m3/h.</p> <p>Equipamiento central frigorífica:</p> <p>CHASIS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Robusta bancada metálica, tratada contra la corrosión y pintada con pintura especial resistente al aceite éster. <p>TUBERÍA Y COLECTORES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tubería de acero inoxidable de gran limpieza interior y resistencia a todo tipo de corrosión. -Colectores de aspiración, descarga y aceite en acero inoxidable de gran limpieza interior y resistencia a la corrosión. -Colector de aspiración de gran diámetro con alto poder de separación de líquido. -Abrazaderas de sujeción en polipropileno de gran poder absorbente de vibraciones y aislamiento acústico y térmico. -Elevado número de tomas de presión con llave de cierre en colectores. <p>COMPRESORES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Compresores semi-herméticos a pistón marca BITZER con válvulas de servicio en aspiración y descarga. -Resistencia de cárter. -Dispositivo electrónico de control de suministro de aceite INT265 o Presostato diferencial de aceite electrónico Delta-P. <p>PANEL DE CONTROL</p> <ul style="list-style-type: none"> -Panel de sujeción en acero inoxidable de gran resistencia a la corrosión y belleza estética. -Conexiones flexibles en acero inoxidable trenzado y tubería interior en teflón G2. -Presostato alta/baja de doble contacto por compresor. -Presostato alta general. -Manómetros de alta y baja de _ 100 mm con glicerina. -Sonda de alta (4-20 mA). -Sonda de baja (4-20 mA). <p>SISTEMA DE ACEITE</p> <ul style="list-style-type: none"> -Separador de aceite de alta eficiencia. -Acumulador de aceite despresurizado. -Colector de aceite y conexiones flexibles en inoxidable. -Filtro aceite. -Niveles de aceite con llave de paso. -Retención general de descarga <p>SISTEMA ASPIRACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> -Colector de aspiración completamente aislado. -Filtros de aspiración recargables con cartucho de fieltro para la puesta en marcha. -1 Válvula de aspiración. 	1,00	20.902,35	20.902,35



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.02	<p>Ud CENTRAL FRIGORÍFICA NEGATIVA BITZER CBC-3-52</p> <p>Instalación y puesta en marcha de central frigorífica BITZER CMC-4-72 compuesta por 4 compresores 4DC-7.2Y de 7.5 CV cada uno con un rendimiento frigorífico total (T.evap=-5°C y T.cond=45°C) de 58.43 KW y un volumen barrido total de 107.36 m³/h.</p> <p>Equipamiento central frigorífica:</p> <p>CHASIS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Robusta bancada metálica, tratada contra la corrosión y pintada con pintura especial resistente al aceite éster. <p>TUBERÍA Y COLECTORES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tubería de acero inoxidable de gran limpieza interior y resistencia a todo tipo de corrosión. -Colectores de aspiración, descarga y aceite en acero inoxidable de gran limpieza interior y resistencia a la corrosión. -Colector de aspiración de gran diámetro con alto poder de separación de líquido. -Abrazaderas de sujeción en polipropileno de gran poder absorbente de vibraciones y aislamiento acústico y térmico. -Elevado número de tomas de presión con llave de cierre en colectores. <p>COMPRESORES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Compresores semi-herméticos a pistón marca BITZER con válvulas de servicio en aspiración y descarga. -Resistencia de cárter. -Dispositivo electrónico de control de suministro de aceite INT265 o Presostato diferencial de aceite electrónico Delta-P. <p>PANEL DE CONTROL</p> <ul style="list-style-type: none"> -Panel de sujeción en acero inoxidable de gran resistencia a la corrosión y belleza estética. -Conexiones flexibles en acero inoxidable trenzado y tubería interior en teflón G2. -Presostato alta/baja de doble contacto por compresor. -Presostato alta general. -Manómetros de alta y baja de _ 100 mm con glicerina. -Sonda de alta (4-20 mA). -Sonda de baja (4-20 mA). <p>SISTEMA DE ACEITE</p> <ul style="list-style-type: none"> -Separador de aceite de alta eficiencia. -Acumulador de aceite despresurizado. -Colector de aceite y conexiones flexibles en inoxidable. -Filtro aceite. -Niveles de aceite con llave de paso. -Retención general de descarga <p>SISTEMA ASPIRACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> -Colector de aspiración completamente aislado. -Filtros de aspiración recargables con cartucho de fieltro para la puesta en marcha. -1 Válvula de aspiración. 	1,00	16.259,25	16.259,25
03.03	<p>Ud CONDENSADOR POSITIVA FRIMETAL CBS-195 HA</p> <p>Instalación y puesta en marcha de condensador horizontal FRIMETAL CBS-195 HA compuesta por 5 ventiladores helicoidales de 800 mm. de diámetro con una capacidad para una aplicación de 83.6 KW.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Batería construida mediante una combinación de tubo de cobre y aleta de aluminio que proporciona un optimizado coeficiente de intercambio térmico. La separación de aletas es de 2.1 mm. -Sistema de batería flotante, que evita que los tubos entren en contacto con las chapas soporte, asegurando una larga vida en ausencia de fugas. Secciones separadas e independientes para cada ventilador. -Carrocería en acero galvanizado y lacado con resina poliéster en blanco RAL-9002 de elevada resistencia a la corrosión. -Ventiladores helicoidales con motor de rotor externo, trifásicos 400V 50Hz y dos velocidades. Con protección IP-54 Y protector térmico (Termocontacto). 	1,00	18.103,30	18.103,30



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.04	<p>Ud CONDENSADOR NEGATIVA FRIMETAL CBS-151 HA</p> <p>Instalación y puesta en marcha de condensador horizontal FRIMETAL CBS-51 HA compuesto por 2 ventiladores helicoidales de 630 mm. de diámetro con una capacidad para una aplicación de 29.2 KW.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Batería construida mediante una combinación de tubo de cobre y aleta de aluminio que proporciona un optimizado coeficiente de intercambio térmico. La separación de aletas es de 2.1 mm. -Sistema de batería flotante, que evita que los tubos entren en contacto con las chapas soporte, asegurando una larga vida en ausencia de fugas. Secciones separadas e independientes para cada ventilador. -Carrocería en acero galvanizado y lacado con resina poliéster en blanco RAL-9002 de elevada resistencia a la corrosión. -Ventiladores helicoidales con motor de rotor externo, trifásicos 400V 50Hz y dos velocidades. Con protección IP-54 Y protector térmico (Termocontacto). 			
		1,00	5.773,07	5.773,07
03.05	<p>Ud EVAPORADOR FRIMETAL ECM 150-E</p> <p>Instalación y puesta en marcha de evaporador FRIMETAL ECM 150-E compuesto por 1 ventilador helicoidal de 300 mm. de diámetro con una potencia frigorífica de 2.61 KW.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Batería de tubo de cobre de 1/2" estriado interiormente y aletas corrugadas de aluminio de alta eficiencia. -Circuito cerrado y presión remanente de aire seco en el interior para comprobación de estanqueidad. -Con válvula de obús para conexión de manómetro. -Carrocería en chapa lacada con resina poliéster de elevada resistencia a la corrosión y gran rigidez estructural. -Amplios laterales abisagrados que facilitan el acceso al interior para instalación y mantenimiento. -Ventiladores de rotor externo, protección IP-44, protección térmica (termocontacto). 			
		2,00	1.038,45	2.076,90
03.06	<p>Ud EVAPORADOR FRIMETAL ECM 200-E</p> <p>Instalación y puesta en marcha de evaporador FRIMETAL ECM 200-E compuesto por 2 ventilador helicoidal de 300 mm. de diámetro con una potencia frigorífica de 3.38 KW.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Batería de tubo de cobre de 1/2" estriado interiormente y aletas corrugadas de aluminio de alta eficiencia. -Circuito cerrado y presión remanente de aire seco en el interior para comprobación de estanqueidad. -Con válvula de obús para conexión de manómetro. -Carrocería en chapa lacada con resina poliéster de elevada resistencia a la corrosión y gran rigidez estructural. -Amplios laterales abisagrados que facilitan el acceso al interior para instalación y mantenimiento. -Ventiladores de rotor externo, protección IP-44, protección térmica (termocontacto). 			
		4,00	1.153,95	4.615,80
03.07	<p>Ud EVAPORADOR FRIMETAL ECM 530-E</p> <p>Instalación y puesta en marcha de evaporador FRIMETAL ECM 530-E compuesto por 4 ventilador helicoidal de 300 mm. de diámetro con una potencia frigorífica de 10.45 KW.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Batería de tubo de cobre de 1/2" estriado interiormente y aletas corrugadas de aluminio de alta eficiencia. -Circuito cerrado y presión remanente de aire seco en el interior para comprobación de estanqueidad. -Con válvula de obús para conexión de manómetro. -Carrocería en chapa lacada con resina poliéster de elevada resistencia a la corrosión y gran rigidez estructural. -Amplios laterales abisagrados que facilitan el acceso al interior para instalación y mantenimiento. -Ventiladores de rotor externo, protección IP-44, protección térmica (termocontacto). 			
		1,00	2.200,80	2.200,80



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.08	<p>Ud EVAPORADOR FRIMETAL ECB 275-E</p> <p>Instalación y puesta en marcha de evaporador FRIMETAL ECB 275-E compuesto por 3 ventilador helicoidal de 300 mm. de diámetro con una potencia frigorífica de 3.64 KW.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Batería de tubo de cobre de 1/2" estriado interiormente y aletas corrugadas de aluminio de alta eficiencia. -Circuito cerrado y presión remanente de aire seco en el interior para comprobación de estanqueidad. -Con válvula de obús para conexión de manómetro. -Carrocería en chapa lacada con resina poliéster de elevada resistencia a la corrosión y gran rigidez estructural. -Amplios laterales abisagrados que facilitan el acceso al interior para instalación y mantenimiento. -Ventiladores de rotor externo, protección IP-44, protección térmica (termocontacto). 	1,00	1.639,05	1.639,05
03.09	<p>Ud EVAPORADOR FRIMETAL ECB 320-E</p> <p>Instalación y puesta en marcha de evaporador FRIMETAL ECB 320-E compuesto por 3 ventilador helicoidal de 300 mm. de diámetro con una potencia frigorífica de 4.44 KW.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Batería de tubo de cobre de 1/2" estriado interiormente y aletas corrugadas de aluminio de alta eficiencia. -Circuito cerrado y presión remanente de aire seco en el interior para comprobación de estanqueidad. -Con válvula de obús para conexión de manómetro. -Carrocería en chapa lacada con resina poliéster de elevada resistencia a la corrosión y gran rigidez estructural. -Amplios laterales abisagrados que facilitan el acceso al interior para instalación y mantenimiento. -Ventiladores de rotor externo, protección IP-44, protección térmica (termocontacto). 	1,00	1.859,55	1.859,55
TOTAL CAPÍTULO 03 ELEMENTOS INSTALACIÓN FRIGORÍFICA				73.430,07



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN FRIGORÍFICA				
SUBCAPÍTULO 04.01 TRAZADO FRIGORÍFICO				
04.01.01	m Tubería de cobre frigorífico de 1/4" Instalación de línea frigorífica realizada mediante tubo de cobre sin soldadura, de 1/4" de diámetro y 0.8 mm de espesor con coquilla de espuma elastomérica, de 10 mm de diámetro interior y 19 mm de espesor para una temperatura de trabajo de -45 y 100°C, suministrado en barras según UNE-EN 12735-1 soportada con abrazaderas y varillas de dimensiones según corresponda.			
		1	2,90	2,90
		1	2,00	2,00
		1	1,00	1,00
		1	1,00	1,00
		1	1,00	1,00
		1	4,50	4,50
		1	3,60	3,60
				16,00
04.01.02	m Tubería de cobre frigorífico de 3/8" Instalación de línea frigorífica realizada mediante tubo de cobre sin soldadura, de 3/8" de diámetro y 0.8 mm de espesor con coquilla de espuma elastomérica, de 10 mm de diámetro interior y 19 mm de espesor para una temperatura de trabajo de -45 y 100°C, suministrado en barras según UNE-EN 12735-1 soportada con abrazaderas y varillas de dimensiones según corresponda.			212,16
		1	3,70	3,70
		3	1,00	3,00
		2	1,00	2,00
		1	3,30	3,30
		1	3,20	3,20
		1	5,60	5,60
		2	1,00	2,00
		1	3,60	3,60
		1	1,70	1,70
		1	1,00	1,00
		1	1,50	1,50
		1	12,20	12,20
		1	1,50	1,50
		1	8,50	8,50
		1	2,00	2,00
		3	1,00	3,00
		1	2,60	2,60
		3	1,00	3,00
		1	3,50	3,50
		1	1,70	1,70
		1	3,30	3,30
		1	2,50	2,50
		2	1,00	2,00
		1	1,50	1,50
		1	3,50	3,50
		1	1,70	1,70
		1	1,00	1,00
		1	10,90	10,90
		1	9,20	9,20
				104,20
04.01.03	m Tubería de cobre frigorífico de 1/2" Instalación de línea frigorífica realizada mediante tubo de cobre sin soldadura, de 1/2" de diámetro y 0.8 mm de espesor con coquilla de espuma elastomérica, de 12 mm de diámetro interior y 19 mm de espesor para una temperatura de trabajo de -45 y 100°C, suministrado en barras según UNE-EN 12735-1 soportada con abrazaderas y varillas de dimensiones según corresponda.			1.445,25
		1	4,60	4,60
		1	3,60	3,60
		1	4,00	4,00
		1	11,00	11,00
		1	3,90	3,90
		1	1,50	1,50



CÓDIGO	RESUMEN		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
		1	3,80		3,80	
		1	2,90		2,90	
		1	1,00		1,00	
		1	1,00		1,00	
		1	3,60		3,60	
		2	1,00		2,00	
		1	1,00		1,00	
		1	1,50		1,50	
		1	1,50		1,50	
		1	20,30		20,30	
		1	2,60		2,60	
		3	1,00		3,00	
		1	2,50		2,50	
		2	1,00		2,00	
		1	1,50		1,50	
				78,80	15,47	1.219,04
04.01.04	m	Tubería de cobre frigorífico de 5/8"				
	Instalación de línea frigorífica realizada mediante tubo de cobre sin soldadura, de 5/8" de diámetro y 0.8 mm de espesor con coquilla de espuma elastomérica, de 15 mm de diámetro interior y 19 mm de espesor para una temperatura de trabajo de -45 y 100°C, suministrado en barras según UNE-EN 12735-1 soportada con abrazaderas y varillas de dimensiones según corresponda.					
		1	2,00		2,00	
		1	10,60		10,60	
		1	3,70		3,70	
		3	1,00		3,00	
		1	4,50		4,50	
		1	3,20		3,20	
		1	1,70		1,70	
		1	8,50		8,50	
		1	7,71		7,71	
		1	3,50		3,50	
				48,41	18,19	880,58
04.01.05	m	Tubería de cobre frigorífico de 3/4"				
	Instalación de línea frigorífica realizada mediante tubo de cobre sin soldadura, de 3/4" de diámetro y 1 mm de espesor con coquilla de espuma elastomérica, de 18 mm de diámetro interior y 19 mm de espesor para una temperatura de trabajo de -45 y 100°C, suministrado en barras según UNE-EN 12735-1 soportada con abrazaderas y varillas de dimensiones según corresponda.					
		1	12,00		12,00	
		1	18,20		18,20	
		1	3,30		3,30	
		1	5,60		5,60	
		1	3,60		3,60	
		1	12,20		12,20	
		1	3,80		3,80	
		1	1,70		1,70	
		1	3,50		3,50	
		1	1,70		1,70	
		1	9,20		9,20	
				74,80	19,96	1.493,01
04.01.06	m	Tubería de cobre frigorífico de 7/8"				
	Instalación de línea frigorífica realizada mediante tubo de cobre sin soldadura, de 7/8" de diámetro y 1 mm de espesor con coquilla de espuma elastomérica, de 22 mm de diámetro interior y 19 mm de espesor para una temperatura de trabajo de -45 y 100°C, suministrado en barras según UNE-EN 12735-1 soportada con abrazaderas y varillas de dimensiones según corresponda.					
		1	9,30		9,30	
		1	33,50		33,50	
		1	4,00		4,00	
		1	13,50		13,50	



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1	3,90	3,90
		1	3,30	3,30
		1	1,00	1,00
		1	10,00	10,00
		1	7,50	7,50
				86,00
04.01.07	m Tubería de cobre frigorífico de 1 1/8" Instalación de línea frigorífica realizada mediante tubo de cobre sin soldadura, de 1 1/8" de diámetro y 1 mm de espesor con coquilla de espuma elastomérica, de 28 mm de diámetro interior y 19 mm de espesor para una temperatura de trabajo de -45 y 100°C, suministrado en barras según UNE-EN 12735-1 soportada con abrazaderas y varillas de dimensiones según corresponda.			21,51
		1	4,60	4,60
		1	3,60	3,60
		1	2,00	2,00
		1	4,00	4,00
		1	11,00	11,00
		1	10,60	10,60
		1	1,50	1,50
		1	10,90	10,90
				48,20
04.01.08	m Tubería de cobre frigorífico de 1 3/8" Instalación de línea frigorífica realizada mediante tubo de cobre sin soldadura, de 1 3/8" de diámetro y 1.25 mm de espesor con coquilla de espuma elastomérica, de 35 mm de diámetro interior y 19 mm de espesor para una temperatura de trabajo de -45 y 100°C, suministrado en barras según UNE-EN 12735-1 soportada con abrazaderas y varillas de dimensiones según corresponda.			25,21
		1	14,00	14,00
		1	10,50	10,50
		1	20,30	20,30
				44,80
04.01.09	m Tubería de cobre frigorífico de 1 5/8" Instalación de línea frigorífica realizada mediante tubo de cobre sin soldadura, de 1 5/8" de diámetro y 1.25 mm de espesor con coquilla de espuma elastomérica, de 42 mm de diámetro interior y 19 mm de espesor para una temperatura de trabajo de -45 y 100°C, suministrado en barras según UNE-EN 12735-1 soportada con abrazaderas y varillas de dimensiones según corresponda.			33,37
		1	12,00	12,00
		1	9,30	9,30
		1	18,20	18,20
		1	4,00	4,00
		1	7,71	7,71
				51,21
04.01.10	m Tubería de cobre frigorífico de 2 1/8" Instalación de línea frigorífica realizada mediante tubo de cobre sin soldadura, de 2 1/8" de diámetro y 1.25 mm de espesor con coquilla de espuma elastomérica, de 54 mm de diámetro interior y 19 mm de espesor para una temperatura de trabajo de -45 y 100°C, suministrado en barras según UNE-EN 12735-1 soportada con abrazaderas y varillas de dimensiones según corresponda.			54,56
	53.97	1	43,00	43,00
		1	22,00	22,00
		1	26,00	26,00
				91,00
				65,45
				5.955,95
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.01 TRAZADO FRIGORÍFICO			18.559,97



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 04.02 ELEMENTOS TRAZADO FRIGORÍFICO				
APARTADO 04.02.01 VÁLVULA MANUAL				
04.02.01.01	ud Válv. a bola con tubo soldar CASTEL 1/4" Instalación de válvula manual a bola con tubo soldar CASTEL con toma OBUS diseñadas para su instalación en sistemas de refrigeración comercial y en las plantas de acondicionamiento civil e industrial, que utilizan los siguientes fluidos refrigerantes: R22, R134A, R404A, R410A, R407C, R507.	6,00	35,26	211,56
04.02.01.02	ud Válv. a bola con tubo soldar CASTEL 3/8" Instalación de válvula manual a bola con tubo soldar CASTEL con toma OBUS diseñadas para su instalación en sistemas de refrigeración comercial y en las plantas de acondicionamiento civil e industrial, que utilizan los siguientes fluidos refrigerantes: R22, R134A, R404A, R410A, R407C, R507.	28,00	41,13	1.151,64
04.02.01.03	ud Válv. a bola con tubo soldar CASTEL 1/2" Instalación de válvula manual a bola con tubo soldar CASTEL con toma OBUS diseñadas para su instalación en sistemas de refrigeración comercial y en las plantas de acondicionamiento civil e industrial, que utilizan los siguientes fluidos refrigerantes: R22, R134A, R404A, R410A, R407C, R507.	26,00	41,13	1.069,38
04.02.01.04	ud Válv. a bola con tubo soldar CASTEL 5/8" Instalación de válvula manual a bola con tubo soldar CASTEL con toma OBUS diseñadas para su instalación en sistemas de refrigeración comercial y en las plantas de acondicionamiento civil e industrial, que utilizan los siguientes fluidos refrigerantes: R22, R134A, R404A, R410A, R407C, R507.	9,00	47,56	428,04
04.02.01.05	ud Válv. a bola con tubo soldar CASTEL 3/4" Instalación de válvula manual a bola con tubo soldar CASTEL con toma OBUS diseñadas para su instalación en sistemas de refrigeración comercial y en las plantas de acondicionamiento civil e industrial, que utilizan los siguientes fluidos refrigerantes: R22, R134A, R404A, R410A, R407C, R507.	2,00	47,88	95,76
04.02.01.06	ud Válv. a bola con tubo soldar CASTEL 7/8" Instalación de válvula manual a bola con tubo soldar CASTEL con toma OBUS diseñadas para su instalación en sistemas de refrigeración comercial y en las plantas de acondicionamiento civil e industrial, que utilizan los siguientes fluidos refrigerantes: R22, R134A, R404A, R410A, R407C, R507.	5,00	59,34	296,70
04.02.01.07	ud Válv. a bola con tubo soldar CASTEL 1 1/8" Instalación de válvula manual a bola con tubo soldar CASTEL con toma OBUS diseñadas para su instalación en sistemas de refrigeración comercial y en las plantas de acondicionamiento civil e industrial, que utilizan los siguientes fluidos refrigerantes: R22, R134A, R404A, R410A, R407C, R507.	27,00	78,63	2.123,01
04.02.01.08	ud Válv. a bola con tubo soldar CASTEL 1 3/8" Instalación de válvula manual a bola con tubo soldar CASTEL con toma OBUS diseñadas para su instalación en sistemas de refrigeración comercial y en las plantas de acondicionamiento civil e industrial, que utilizan los siguientes fluidos refrigerantes: R22, R134A, R404A, R410A, R407C, R507.	4,00	100,68	402,72
04.02.01.09	ud Válv. a bola con tubo soldar CASTEL 2 1/8" Instalación de válvula manual a bola con tubo soldar CASTEL con toma OBUS diseñadas para su instalación en sistemas de refrigeración comercial y en las plantas de acondicionamiento civil e industrial, que utilizan los siguientes fluidos refrigerantes: R22, R134A, R404A, R410A, R407C, R507.	3,00	205,68	617,04
TOTAL APARTADO 04.02.01 VÁLVULA MANUAL.....				6.395,85



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
APARTADO 04.02.02 VÁLVULA SOLENOIDE				
04.02.02.01	ud Válvula solenoide EVR-3 DANFOSS Instalación de válvula solenoide EVR-3 marca DANFOSS con una capacidad frigorífica de 3.8 kW con refrigerante R404A conexión de 1/4" para soldar.	6,00	90,39	542,34
04.02.02.02	ud Válvula solenoide EVR-6 DANFOSS Instalación de válvula solenoide EVR-6 marca DANFOSS con una capacidad frigorífica de 11.2 kW con refrigerante R404A conexión de 3/8" para soldar.	24,00	110,34	2.648,16
04.02.02.03	ud Válvula solenoide EVR-15 DANFOSS Instalación de válvula solenoide EVR-15 marca DANFOSS con una capacidad frigorífica de 36.5 kW con refrigerante R404A conexión de 5/8" para soldar.	1,00	181,84	181,84
TOTAL APARTADO 04.02.02 VÁLVULA SOLENOIDE				3.372,34
APARTADO 04.02.03 VÁLVULA DE RETENCIÓN				
04.02.03.01	ud Válvula de retención tipo NRVH Instalación de válvula de retención tipo NRVH conexión 1 1/8" soldar con muelle resistente (Ap=0.3 bar) concebidas para la instalación en tuberías de descarga de compresores conectados en paralelo	7,00	105,72	740,04
TOTAL APARTADO 04.02.03 VÁLVULA DE RETENCIÓN				740,04
APARTADO 04.02.04 MANÓMETRO				
04.02.04.01	ud Manómetro Instalación manómetro rosa de 1/2" con escala 2.5 a 40 bar.	9,00	15,69	141,21
TOTAL APARTADO 04.02.04 MANÓMETRO				141,21
APARTADO 04.02.05 VÁLVULA DE SEGURIDAD				
04.02.05.01	ud Válvula de seguridad Instalación de válvula de seguridad para recipientes de líquido conexión roscar 3/8"M con presión timbre 27.5 bar para gas refrigerante R404A.	4,00	34,44	137,76
TOTAL APARTADO 04.02.05 VÁLVULA DE SEGURIDAD				137,76
APARTADO 04.02.06 VISOR DE LÍQUIDO				
04.02.06.01	ud Visor de líquido CASTEL 1/4" Instalación de visor de líquido y humedad para soldar CASTEL con indicador del contenido de humedad del refrigerante.	6,00	26,14	156,84
04.02.06.02	ud Visor de líquido CASTEL 3/8" Instalación de visor de líquido y humedad para soldar CASTEL con indicador del contenido de humedad del refrigerante.	24,00	27,21	653,04
04.02.06.03	ud Visor de líquido CASTEL 5/8" Instalación de visor de líquido y humedad para soldar CASTEL con indicador del contenido de humedad del refrigerante.			



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.02.06.04	ud Instalación de visor de líquido y humedad para soldar CASTEL con indicador del contenido de humedad del refrigerante.	2,00	29,78	59,56
		8,00	46,17	369,36
TOTAL APARTADO 04.02.06 VISOR DE LÍQUIDO.....				1.238,80



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
APARTADO 04.02.07 REGULADOR DE ACEITE				
04.02.07.01	ud Regulador de aceite 1 1/8" Instalación de regulador de aceite electrónico modelo INT-280 marca KRIWAN para control nivel regulado mediante visor a través de un sensor óptico con adaptador a 1 1/8".	7,00	389,43	2.726,01
TOTAL APARTADO 04.02.07 REGULADOR DE ACEITE				2.726,01
APARTADO 04.02.08 FILTRO MECÁNICO				
04.02.08.01	ud Filtro mecánico retención impurezas Instalación filtro mecánico para retención de impurezas modelo 48-F marca DANFOSS conexión 1 1/8".	14,00	54,79	767,06
TOTAL APARTADO 04.02.08 FILTRO MECÁNICO.....				767,06
APARTADO 04.02.09 FILTRO DESHIDRATADOR ANTIÁCIDO				
04.02.09.01	ud Filtro deshidratador antiácido 1/4" Instalación de filtro deshidratador desmontable marca CASTEL con conexión 1/4" soldar con cartucho filtrante para carcas de secado de humedad y ácidos.	6,00	89,68	538,08
04.02.09.02	ud Filtro deshidratador antiácido 3/8" Instalación de filtro deshidratador desmontable marca CASTEL con conexión 3/8" soldar con cartucho filtrante para carcas de secado de humedad y ácidos.	24,00	99,13	2.379,12
04.02.09.03	ud Filtro deshidratador antiácido 5/8" Instalación de filtro deshidratador desmontable marca CASTEL con conexión 5/8" soldar con cartucho filtrante para carcas de secado de humedad y ácidos.	1,00	117,90	117,90
TOTAL APARTADO 04.02.09 FILTRO DESHIDRATADOR				3.035,10
APARTADO 04.02.10 PRESOSTATO DIFERENCIAL DE ACEITE				
04.02.10.01	ud Presostato diferencial aceite JOHNSON Instalación de presostato diferencial de aceite marca JOHNSON, serie P45 con conexión de 1/4" para gases HFC, HCFC Y CFC.	7,00	45,97	321,79
TOTAL APARTADO 04.02.10 PRESOSTATO DIFERENCIAL DE				321,79



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
APARTADO 04.02.11 PRESOSTATO DE ALTA Y BAJA PRESION				
04.02.11.01	ud Presostato alta/baja presión JHONSON Instalación de presostato de alta y baja presión Regulación manual / Regulación manual marca JHONSON CONTROLS modelo P78PGA-9300 con toma de presión 1/4" SAE Macho de acuerdo con Directiva PED 97/23EC.	7,00	133,93	937,51
TOTAL APARTADO 04.02.11 PRESOSTATO DE ALTA Y BAJA...				937,51
APARTADO 04.02.12 SEPARADOR DE ACEITE				
04.02.12.01	ud Separador de aceite central positiva CASTEL Instalación de separador de aceite marca CASTEL modelo 5540/17 para una potencia frigorífica recomendada de 70.6 KW (Tª evaporación 5°C) con una diámetro de 163.5mm y alto 481mm	1,00	315,93	315,93
04.02.12.02	ud Separador de aceite central negativa CASTEL Instalación de separador de aceite marca CASTEL modelo 5540/4 para una potencia frigorífica recomendada de 19.9 KW (Tª evaporación -40°C) con una diámetro de 123mm y alto 280mm	1,00	136,38	136,38
TOTAL APARTADO 04.02.12 SEPARADOR DE ACEITE				452,31
APARTADO 04.02.13 VÁLVULA TERMOSTÁTICA				
04.02.13.01	ud Válvula termostática DANFOSS TS-2-02 Instalación de válvula termostática marca DANFOSS con tipo de válvula TS-2 soldar 1/2" con orificio 02 para una potencia frigorífica de 2.80 kw (Tª Evaporación -10°C)	2,00	79,89	159,78
04.02.13.02	ud Válvula termostática DANFOSS TS-2-03 Instalación de válvula termostática marca DANFOSS con tipo de válvula TS-2 soldar 1/2" con orificio 03 para una potencia frigorífica de 4.80 kw (Tª Evaporación -10°C)	4,00	79,89	319,56
04.02.13.03	ud Válvula termostática DANFOSS TS-2-06 Instalación de válvula termostática marca DANFOSS con tipo de válvula TS-2 soldar 1/2" con orificio 06 para una potencia frigorífica de 11.40 kw (Tª Evaporación -10°C)	1,00	79,89	79,89
04.02.13.04	ud Válvula termostática DANFOSS TES-2-04 Instalación de válvula termostática marca DANFOSS con tipo de válvula TES-2 soldar 1/2" con orificio 04 para una potencia frigorífica de 5.50 kw (Tª Evaporación -25°C)	1,00	109,18	109,18
04.02.13.05	ud Válvula termostática DANFOSS TES-2-05 Instalación de válvula termostática marca DANFOSS con tipo de válvula TES-2 soldar 1/2" con orificio 05 para una potencia frigorífica de 5.50 kw (Tª Evaporación -25°C)	1,00	109,18	109,18
TOTAL APARTADO 04.02.13 VÁLVULA TERMOSTÁTICA				777,59



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
APARTADO 04.02.14 RECIPIENTE DE LÍQUIDO				
04.02.14.01	ud Recipiente de líquido TRV-60 Instalación de recipiente de líquido marca TECNAC modelo TRV-60 fabricado con tubo de acero DIN 2458/1626 calidad SR.37-2 DIN 17100. Condiciones de funcionamiento: presión de servicio 32 bar / rango de temperatura -20°C a +100°C, con válvulas rotalock de tipo soldar de acero con revestimiento anticorrosión, de dimensiones D=323 mm y L=885 mm, válvula de seguridad y 3 visores.	1,00	646,80	646,80
04.02.14.02	ud Recipiente de líquido TRV-180 Instalación de recipiente de líquido marca TECNAC modelo TRV-180 fabricado con tubo de acero DIN 2458/1626 calidad SR.37-2 DIN 17100. Condiciones de funcionamiento: presión de servicio 32 bar / rango de temperatura -20°C a +100°C, con válvulas rotalock de tipo soldar de acero con revestimiento anticorrosión, de dimensiones D=406 mm y L=1606 mm, válvula de seguridad y 3 visores.	1,00	1.815,45	1.815,45
TOTAL APARTADO 04.02.14 RECIPIENTE DE LÍQUIDO				2.462,25
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.02 ELEMENTOS TRAZADO				23.505,62
SUBCAPÍTULO 04.03 CARGA DE REFRIGERANTE				
04.03.01	ud Carga de refrigerante R404A Carga de refrigerante R404A con 4 botellas de 45Kg de carga y 1 de 20Kg de carga.	1,00	15.009,88	15.009,88
04.03.02	ud Carga de aceite Triton SEZ-32 Carga de aceite compatible con refrigerante R404A para Tª de aplicación Media/Baja de tipo Ester Triton SEZ-32 en envases de 10L.	1,00	1.490,54	1.490,54
04.03.03	ud Prueba de estanqueidad Prueba de estanqueidad a 32 kg/cm2 con Nitrógeno de todo el circuito frigorífico (tanto sectores de alta como de baja presión) que se certificará ante la Delegación de Industria.	1,00	1.588,65	1.588,65
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.03 CARGA DE REFRIGERANTE ..				18.089,07
TOTAL CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN FRIGORÍFICA				60.154,66
TOTAL.....				250.182,14



CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	CÁMARA FRIGORÍFICA	59.720,47	23,88
2	MOBILIARIO FRIGORÍFICO.....	56.876,94	22,73
3	ELEMENTOS INSTALACIÓN FRIGORÍFICA	73.430,07	29,35
4	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA	60.154,66	24,04
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		250.182,14	
	13,00% Gastos generales	32.523,68	
	7,00% Beneficio industrial.....	17.512,75	
	SUMA DE G.G. y B.I.	50.036,43	
	21,00% I.V.A.....	52.538,25	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		352.756,82	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		352.756,82	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

, a 10 de Diciembre de 2016.

El promotor

La dirección facultativa



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS REFRIGERADOS Y CONGELADOS CON DESTINO A UN SUPERMERCADO

MEMORIA PRESENTADA POR:

LUIS MIGUEL BERNAL EYERS

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA CON INTENSIFICACIÓN EN
INGENIERÍA DE PROYECTOS

DOCUMENTO Nº5 BIBLIOGRAFÍA

Convocatoria de defensa: Febrero de 2017



ÍNDICE

1. LIBROS	2
2. ARTÍCULOS	2
3. NORMATIVA Y REGLAMENTOS	2
4. CATÁLOGOS.....	2
5. FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES	3
6. PÁGINAS WEB.....	3
7. PROGRAMAS INFORMÁTICOS	4



1. LIBROS

- INSTALACIONES FRIGORÍFICAS. Miguel Devesa Devesa, Vicente Selles Benlloch.
- GUÍA PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES FRIGORÍFICAS. D. Ricardo Giménez López, D. Federico García Ruíz, D. Manuel Lamúa Soldevilla, D. Juan Carlos Rodríguez Domínguez. Mayo 2014.

2. ARTÍCULOS

- Artículo de PECOMARK: “Temperatura de descarga en compresores”, “La carga óptima de refrigerante”, “Presión de succión y descarga del compresor”, “Retorno de refrigerante líquido” y “Subenfriamiento de líquido”.
- GUÍA PRÁCTICA, SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA, José Fernando de la Oliva Carmona, Julio 2009.
- ARTÍCULO ECO-INNOVACIÓN PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SUPERMERCADOS. Gabriel Romero Asensio.

3. NORMATIVA Y REGLAMENTOS

- Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-EN 12735-1 “Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para aire acondicionado y refrigeración. Parte 1: Tubos para canalizaciones”.
- Reglamento (CE) Nº 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero.
- Norma básica NBE-CT-79 sobre Condiciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 1027/2007 de 20 julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y sus modificaciones posteriores, R.D. 238/2013 versión consolidada
- Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y ACS (IT.IC).
- Reglamento de Aparatos a Presión (Real decreto 2060/2008) de 12 de Diciembre
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instalaciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002)
- Guía de buenas prácticas NTP 510: Válvulas de seguridad: selección

4. CATÁLOGOS

- Catalogo de central de compresores PECOMARK
- Catalogo de condensadores y evaporadores FRIMETAL
- Catalogo válvulas BEIJER
- Catalogo instrumentos de medida SALVADOR ESCODA
- Catalogo muebles frigoríficos COSTAN
- Catalogo recipientes de líquido BEIJER
- Catalogo tuberías SALVADOR ESCODA
- Catalogo gas refrigerante SALVADOR ESCODA
- Catalogo gas refrigerante GAS SERVEI



5. FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES

- COSTAN: www.costan.com
- PECOMARK: www.pecomark.com
- FRIMETAL: www.frimetal.com
- TECNAC: www.tecnacrefrigeracion.com
- BITZER: www.bitzer.com
- SALVADOR ESCODA: www.salvadorescoda.com
- GRUPO DISCO: www.grupodisco.com
- KOXKA: www.koxka.com

6. PÁGINAS WEB

- https://es.wikipedia.org/wiki/Refrigeraci%C3%B3n_por_compresi%C3%B3n
- <http://rsilvera-utp-fim-refrigeracion.blogspot.com.es/2015/07/ciclo-real-de-refrigeracion-por.html>, publicado por Lorena Correa, el 22 de Julio de 2015
- <http://frionline.net/articulos-tecnicos/68-efect.html>
- <http://www.imacifp.com/wp-content/uploads/2013/03/Apuntes-de-Maquinas-Diagrama-de-Mollier.pdf>
- <http://solofrio.com/clases-climaticas-clases-de-temperatura-muebles-frigorificos-comerciales/>, publicado por Manuel Cabrera, el 26 de Octubre 2015
- <https://www.camarasfrigorificas.es/blog/materiales-utilizados-en-el-aislamiento-termico-de-camaras-frigorificas/>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Evaporador>
- http://iesvp.educa.aragon.es/tutores/jcsantolaria_27/file/Teoria/Ficha-Evaporadores.pdf
- <http://www.scalofrios.es/frio/Evaporadoresycondensadores/Desescarche.pdf>
- <http://leopoldorosario.blogspot.com.es/2016/07/transferencia-de-calor-en-el-sistema-de.html>, publicado por Leopoldo Rosario Ramos, el 23 de Julio de 2016
- <http://www.frimax.mx/PDF/BCT-020-H-IM-64-APM-Manual-de-instalacion-equipos-BOHN.pdf>
- <https://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2007/11/el-compresor-parte-fundamental-en-los-sistemas-de-refrigeracion/>, publicado por Revista Mundo HVACR
- <http://www.atmosferis.com/compresores-alternativos/>, publicado por Francisco Soler Preciado, el 12 de Marzo de 2012
- <http://coolproyect.es/2016/11/13/calculo-de-redes-de-distribucion-de-aire-iii/>, publicado por Fran Enríquez, el 13 de Noviembre de 2016
- http://www.carly-sa.es/carlysoft/documents/es/RLHCY_RLV CY_DOCTEC_12_07_ESP.pdf
- http://www.pecomark.com/medias/sys_master/root/h28/h3a/8801289404446/Manual-Centrales-Industrial.pdf
- <http://www.armacell.es/WWW/armacell/INETArmacell.nsf/standard/A3F5547AE36BB9308025778B005296F5>
- <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/Apuntes/GUIA2.pdf>, publicado por José Fernando de la Oliva Carmona, en Julio de 2009
- <http://www.gas-servei.com/images/Ficha-tecnica-R404A.pdf>



7. PROGRAMAS INFORMÁTICOS

- COOLPACK
- BITZER SOFTWARE 5.3.2
- COOLSELECTOR